



KULTURHISTORISK
MUSEUM
UNIVERSITETET I OSLO
ARKEOLOGISK SEKSJON
Postboks 6762,
St. Olavs Plass
0130 Oslo

RAPPORT

ARKEOLOGISK UTGRAVNING

Gropsjaktovn og kokegroper

Børstad, 4/1

Hamar Kommune, Hedmark fylke

FELTLEDER: Kathryn E. Sæther

PROSJEKTLEDER: Grethe B. Bukkemoen



Oslo 2016



KULTURHISTORISK
MUSEUM
UNIVERSITETET
I OSLO

Gårds-/ bruksnavn Børstad	G.nr./ b.nr. 4/1
Kommune Hamar	Fylke Hedmark
Saksnavn Børstad vannpumpestasjon	Kulturminnetype Jernvinneovn og kokegroper
Saksnummer (KHM) 2015/1191	Prosjektkode 280208
Grunneier, adresse	Tiltakshaver Hias IKS
Tidsrom for utgravning 11-28.05.2015	M 711-kart/ UTM-koordinater/ Kartdatum UTM 32, N.6747267, Ø.287436
A-nr. 2015/186	C.nr. C59967
ID nr. (Askeladden) Id178767	Negativnr. (KHM) Cf34908
Rapport ved: Kathryn E. Sæther	Dato: 25.02.2016
Saksbehandler: Bernt Rundberget	Prosjektleder: Grethe Bjørkan Bukkemoen

SAMMENDRAG

I forbindelse med utvidelse og ombygging av Børstad vannpumpestasjon i Hamar kommune, utførte KHM en arkeologisk utgravning i dyrket mark på gården Børstad i mai 2015. Planområdet lå like nordøst for Hamar sentrum i et rikt kulturlandskap bestående av dyrket mark, gamle gårdstun, ulike kulturminnelokaliteter, i tillegg til moderne småhusbebyggelse. Hedmark fylkeskommune gjennomførte en arkeologisk forundersøkelse av planområdet i september 2014.

Under utgravningen ble det maskinelt avdekket ca. 1285 m². Det ble avdekket en gropsjaktovn, en nedgravning med slaggførende lag, 20 kokegroper. Det foreligger elleve radiologiske dateringer. Disse fordeler seg innenfor to klart adskilte aktivitetsfaser. Ovnene og nedgravningen er datert til førromersk jernalder. Kokegropene er datert til yngre romersk jernalder – folkevandringstid.

Ovnene var en slagdropovn/sjaktropovn fra jernvinneaktivitet innenfor den eldste fasen av jernutvinning, fase I, i Norge. I ovnen ble det påvist et forkullet lag av linstilker og frøkapsler som kan sammenliknes med bruken av halm eller lyng i de danske *Snorup* eller *Drengsted* ovnene. Slagg og jordprøver fra utgravningen har gjennomgått metallurgisk analyse, og det er påvist spor etter primær og sekundærsmiing. I tillegg indikerer slaggets sammensetning at det har foregått utveksling og/eller handel av jernvinne teknologi og råvarer i regionen.

INNHOOLD:

1	BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSEN	5
2	DELTAGERE, TIDSROM	5
3	LANDSKAPET, FUNN OG FORNMINNER.....	7
4	PRAKTISK GJENNOMFØRING AV UTGRAVNINGSPROSJEKTET	9
4.1	Problemstillinger – prioriteringer	9
4.2	Utgravningsmetode og dokumentasjon.....	9
4.3	Utgravningens forløp	10
4.4	Kildekritiske problemer	11
5	UTGRAVNINGSRESULTATER	12
5.1	Strukturer og kontekster	14
5.1.1	Jernvinneovn A592 fra førromersk jernalder	14
5.1.2	Nedgravning A917 med slaggførende lag	17
5.1.3	Kokegroper	19
6	NATURVITENSKAPELIGE PRØVER OG ANALYSER.....	22
6.1	Vedartsanalyse	22
6.2	Datering	23
6.3	Metallurgisk analyse	24
7	VURDERING AV UTGRAVNINGSRESULTATENE, TOLKNING OG DISKUSJON	25
8	SAMMENDRAG	31
9	LITTERATUR	32
10	VEDLEGG.....	34
10.1	Strukturliste.....	34
10.2	Tilveksttekst, C59967/1-4.....	39
10.3	Prøver.....	41
10.3.1	Kullprøver, C59967/1	41
10.3.2	Jordprøver, C59967/4	42



10.3.3	Utvalg av slagg	42
10.3.4	Mikromorfologiprøve	42
10.4	Tegninger	43
10.4.1	Plan og profil kokegropene A201 og A241	43
10.4.2	Profil slaggropovn A592.....	44
10.4.3	Plan og profil nedgravning med slagg A917	45
10.5	Fotoliste, Cf34908	46
10.6	Analyseresultater.....	48
10.6.1	Vedart	48
10.6.2	Radiologiske dateringer	54
10.6.3	Metallurgisk analyse	60
10.7	Arkivert originaldokumentasjon	98

RAPPORT FRA ARKEOLOGISK UTGRAVNING

BØRSTAD, 4/1., HAMAR KOMMUNE, HEDMARK FYLKE

1 BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSEN

Utgravningen er gjennomført i forbindelse med utvidelse og ombygging av Børstad vannpumpestasjon på Børstad gnr. 4, bnr. 1, i Hamar kommune, Hedmark fylke. Det skal etableres nye hovedvannledninger og et større område skal benyttes som rigg og anleggsområde.

Hedmark fylkeskommune gjennomførte en arkeologisk forundersøkelse av planområdet i september 2014. Det ble da registrert en lokalitet ID178767 som bestod av en jernvinneovn og mulige sådanne, samt kokegroper og kullflekker (Brodshaug 2015, Rundberget 2015).

På vegne av tiltakshaver, Hias IKS, søkte Hedmark fylkeskommune 22.01.2015 om tillatelse til inngrep i de automatisk fredete kulturminnene, jf. Lov av 9. juni 1978 nr. 50 om kulturminner (kml) § 8, fjerde ledd. KHM uttalte seg i brev av 09.02.2015, og det ble utarbeidet budsjett og prosjektplan for arkeologisk undersøkelse i planområdene. Riksantikvaren ga tillatelse til inngrep med vilkår om arkeologiske undersøkelser for de berørte kulturminnene 18.02.2015. KHM gjennomførte de arkeologiske utgravningene i perioden 11-28.05.2015.

2 DELTAGERE, TIDSRØM

Navn	Stilling	Periode	Dagsverk
Kathryn E. Sæther	Utgravningsleder + GIS	11-28.05.2015	12
Jessica Leigh McGraw	Assisterende feltleder	11-28.05.2015	12
Paul Eklöv Pettersson	Assistent	11-28.05.2015	12
Sum			36
Knut Roar Sæther	Gravemaskinfører	11-15.05.2015	4

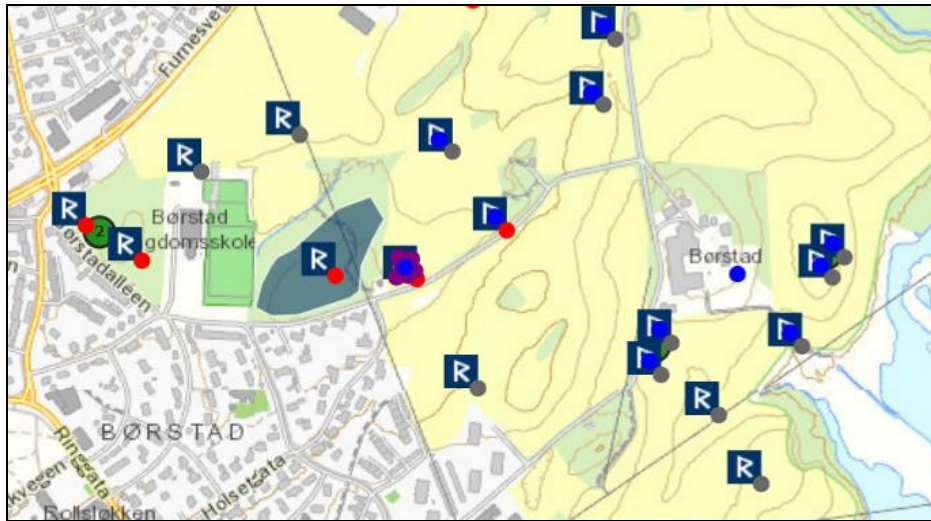
Tabell 1: Deltagere på utgravningen av Børstad.



Figur 1: Oversiktskart (Kartgrunnlag: Statens kartverk. Tillatelsesnummer NE12000-150408SAS. Produsert 02/11.2015, M. Samdal).

3 LANDSKAPET, FUNN OG FORNMINNER

Planområdet lå i dyrket mark på gården Børstad, like nordøst for Hamar sentrum. Landskapet i området består av høydeplataer, samt søkk og daler. Det omfatter et rikt kulturlandskap bestående av dyrket mark, gamle gårdstun og anlegg, samt ulike kulturminnelokaliteter, i tillegg til moderne småhusbebyggelse. Børstad gård er nevnt i 1349, men navneformen tilsier at den ble anlagt i vikingtid (Sandnes & Stemshaug 1976:30-31). Utgravningsområdet lå på et høyledrag rett øst for Børstad vannpumpestasjon, og en bjørkealle med tilhørende fredet steingjerde i sør. Inntil vestre del av planområdet ligger et større gravfelt, id70999, som består av flere gravrøyser, rydningsrøyser og mulig tuft.

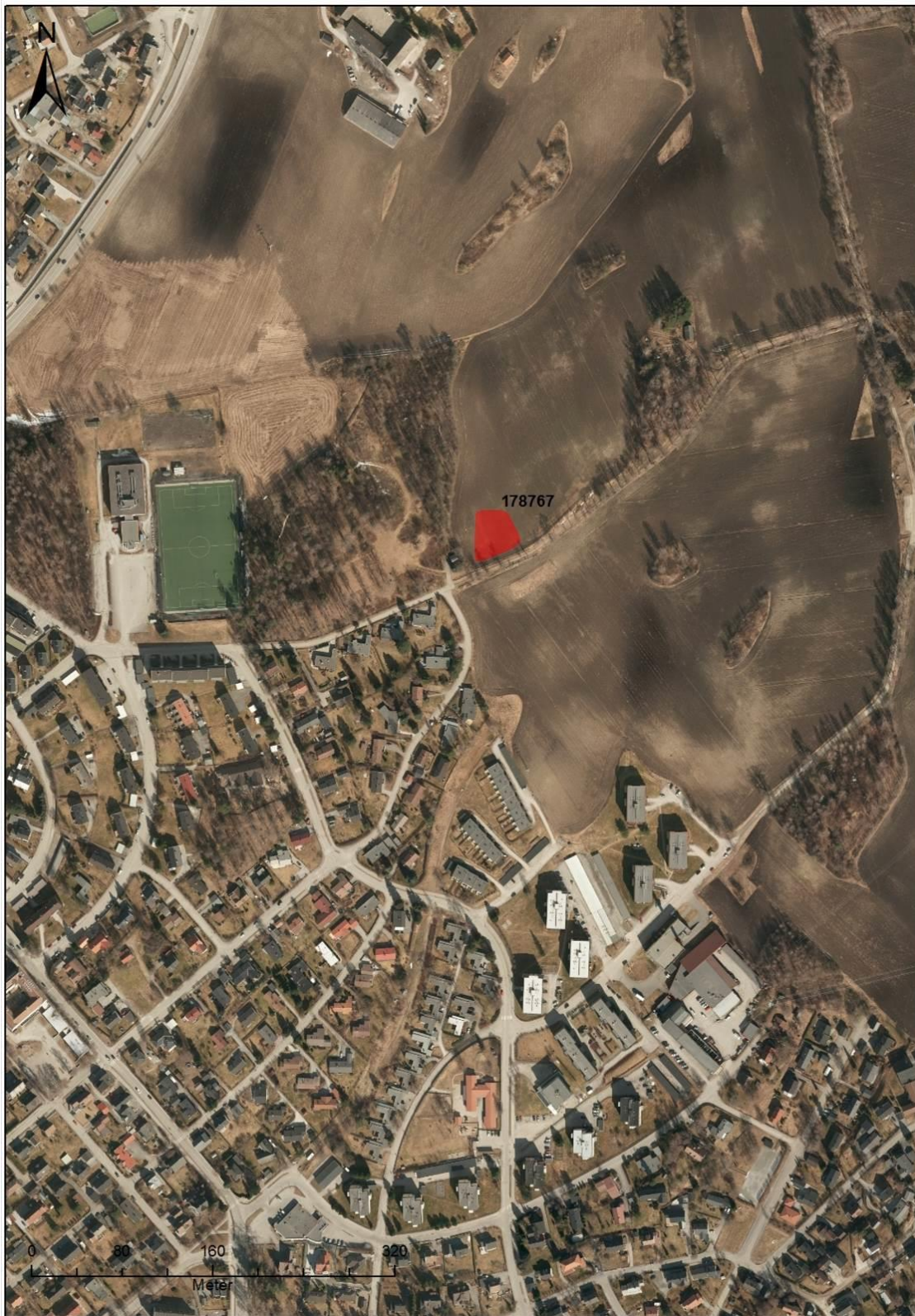


Figur 2: Kartutsnitt fra fornminnedatabasen «Askeladden» som viser kulturminner registrert på Børstad gnr.4. Utgravningsområdet markert av lilla prikker på kartet.

Det er flere kulturminnelokaliteter som er registrert på Børstad. Disse omfatter gravhauger, gravfelt, rydningsrøysfelt og bosetningsspor.

ID	Art	Navn
114054	Grøntområder	Børstad
35662	Bosetning-aktivitetsområde	Børstad lok 5
113556	Bosetning-aktivitetsområde	Børstad ungdomsskole
178767	Bosetning-aktivitetsområde	Børstad pumpestasjon
25333	Bosetning-aktivitetsområde	Børstad lok 4
15549	Funnsted	Børstad lok 7
25332	Funnsted	Børstad lok 2
35661	Funnsted	Børstad lok 1
6200	Funnsted	Børstad lok 9
64171	Funnsted	Børstad lok 6
15548	Bosetning-aktivitetsområde	Børstad lok 3
21033	Rydningsrøyslokalitet	Børstad ungdomsskole
25334	Funnsted	Børstad lok 12
25336	Funnsted	Tommelstad lok 3
54984	Bosetning-aktivitetsområde	Børstad
54985	Funnsted	Børstad lok 11
70999	Gravfelt	Børstad
81027	Gravminne	Grevehaugen

Tabell 2: Kulturminnelokaliteter registrert på Børstad gnr.4.



Figur 3: Flyfoto med tiltaksområde markert med rødt (Kartgrunnlag: Statens kartverk. Tillatelsesnummer NE12000-150408SAS. Produsert 02/11.2015, M. Samdal).

I forbindelse med reguleringsplan for Børstad idrettspark i Hamar, ble det undersøkt en lokalitet med bosetningsspor (id113556) og en rydningsrøys (id70999-22). Bosetningssporene omfattet kokegroper som ble datert til 120-215 e.Kr. Rydningsrøysene ble tolket som fra nyere tid (Gundersen 2012). I tillegg er det innlevert et våpenfunn fra en grav på Børstad bestående av sverd, spydspiss og øks (C23251).

4 PRAKTISK GJENNOMFØRING AV UTGRAVNINGSPROSJEKTET

4.1 PROBLEMSTILLINGER – PRIORITERINGER

KHMs prosjektplan datert 9. februar 2015 (Rundberget 2015) danner den vitenskapelige bakgrunnen for undersøkelsen på Børstad. Prosjektplanen er utarbeidet med utgangspunkt i registreringsfunn gjort av Hedmark fylkeskommune i 2014 (Brodshaug 2014). Det ble da registrert en lokalitet bestående av en jernvinneovn som ble snittet i tillegg til tre usikre ovner. Det ble også avdekket seks kokegroper og tre kullforekomster. Kullprøve fra snittet jernvinneovn ble radiologisk datert på forkullet furu til 165-45 f. Kr før utgravningen tok til (Ibid.).

De påviste kulturminnene representerte ulike spor etter jordbruksbosetning i jernalder, og størst kunnskapspotensial var knyttet til sporene etter tidlig jernfremstilling. Målet ved en arkeologisk undersøkelse var derfor å sikre kildemateriale som i særlig grad kunne belyse problemstillinger knyttet til gårdsbosetning, organisering og teknologi i forbindelse med tidlig jernfremstilling. Aktuelle problemfelt var:

- Funksjonsbestemmelse og datering av de enkelte anleggene.
- Relasjon mellom den enkelte lokalitet og samtidige kulturminner i nærheten, f.eks. graver og bosetning.
- Jernutvinning: Identifisering/definering og datering av fremstillingsteknologi og organisering.
- Kokegroper: datering, kontekst og funksjon. Ettersom de utgjør massemateriale er innsamlingen av data til bruk i statistiske analyser essensielt.

4.2 UTGRAVNINGSMETODE OG DOKUMENTASJON

Undersøkelsen ble gjennomført ved maskinell flateavdekking. Det ble anvendt en 8 tonns gravemaskin med pusseskuff til å fjerne matjordslaget over undergrunnen. Det var følgelig mulig å åpne store områder på kort tid. Avdekkingen innbefattet åpning av områdene hvor fylkeskommunen hadde påtruffet automatisk fredete kulturminner og arealet rundt dem, innenfor grensene til tiltaksområdet. Etter avdekking ble utgravningsområdet rensset med krafse og strukturene med gravskje.

Fremkomne strukturer ble nummerert fra 201 og kort beskrevet. Alle strukturene ble undersøkt og dermed tegnet og fotografert i plan og profil. Hver struktur ble beskrevet på et eget skjema. Det ble tatt kullprøve for radiologisk datering fra utvalgte strukturer, samt jordprøver og en mikromorfologisk prøve. Det ble brukt digitalt speilløst systemkamera og bildene ble lagt inn i KHMs fotobase under Cf34908. Prøver er katalogisert under C59967.

Det ble brukt en Trimble R6 GPS med CPOS-nøyaktighet ved innmåling på den enkelte lokalitet. Dokumentasjonssystemet Intrasis (Version 3.0.1) ble brukt til behandling og analyse av innmålte enheter i felt. Til videre databearbeiding, analyse og publisering av GIS-data ble ESRI's ArcMap 10 benyttet.



Figur 4; Lokaliteten blir flateavdekket og krafset, (foto Cf34908_10 av KES).

Dataflyten fra GPS til Intrasis-programvaren skjer ved at målepunktene lagres som Trimble RAW-filer på måleboka, en Trimble TSC3. Her blir de konvertert til Intrasis-format før eksport inn i respektive Intrasis prosjekt-base på bærbar PC. Eksport skjer via kabel fra målebok til PC. Videre bearbeiding og analyse av data gjennomføres i Intrasis og ESRI's ArcMap 10.

Alle kartdata er satt i koordinatsystem UTM/WGS84 sone 32N, og lagret i ESRI geodatabase-format ved avlevering til Dokumentasjonsseksjonen ved Kulturhistorisk museum. I tillegg blir de respektive Intrasis-prosjektet avlevert til samme enhet for lagring og eventuell distribusjon.

4.3 UTGRAVNINGENS FORLØP

Flateavdekking med maskin ble påbegynt i løpet av utgravningsprosjektets første dag, mandag 11.05.2015. Det ble brukt fire dager til å avdekke feltet med maskin. Alle de tidligere registrerte strukturene ble gjenfunnet, i tillegg til flere nye. Ovn A592, som var blitt snittet av fylkeskommunen under deres registrering, ble også gjenfunnet. Tømming av tilhørende snittegrop viste at gjenværende ovn og profil hadde klart seg godt. Under avdekkingen ble kulturminnene innmålt med GPS.

Strukturene registrert som mulige ovner ble prioritert snittet først, i tillegg til en dobbel struktur, A201 og A241, som skilte seg ut fra de øvrige funnene på feltet. Det var viktig å få avklart på et tidlig tidspunkt hvilke typer kulturminner som var representert da det ville være avgjørende for videre disponering av tid og personell. Tirsdag 19.05.2015 var det avklart at strukturene registrert som ovner var rester etter kokegrop. Unntaket var den

allerede snittede ovnen A592 Dobbel strukturen A201 og A241 viste seg også å være kokegroper, men deres størrelse var såpass stor at disse krevde lengre tid å undersøke.

Sporene i plan etter den allerede snittede ovnen A592 var til dels lik de øvrige strukturene som ble avdekket på feltet. Det ble derfor besluttet at samtlige strukturer skulle undersøkes så vi var sikre på at ingen ovner ble forbigått. Det ble også påtruffet enkelte kokegroper i/under et sedimentert lag. Som følge av det ble laget fjernet for hånd for å avklare om flere strukturer lå under laget. I løpet av fredag 22.05.2015 hadde vi fått oversikt over strukturene som var representert på feltet. Siden det kun fremkom én jernvinneovn, og denne allerede var snittet ved registrering, ble det besluttet å dokumentere, undersøke og totalgrave ovnen som syntes godt bevart.

Under rensingen av ovnen ble det oppdaget slagg mot bunnen av snittegropa på motsatt side av profilet. Nærmere undersøkelse viste at bitene ikke kunne være rester fra ovnen, men måtte tilhøre et lag i en nedgravning som ikke var blitt oppdaget under registrering eller utgravning. Området rundt laget og snittegropa ble rensset for hånd, men det var ikke mulig å se spor etter noen nedskjæring i undergrunnen. Det ble derfor fjernet ca. 15-20 cm av tilsynelatende steril undergrunn rundt snittegrop. Først da ble nedskjæringen til en nedgravning funnet. De siste dagene fra 26-28.05.2015 ble brukt til å dokumentere og undersøke nedgravningen A917 og ovnen A592, samt fullføre snittingen av et fåtall gjenstående strukturer.

4.4 KILDEKRITISKE PROBLEMER

Det ble påvist både menneskeskapte og naturlige forstyrrelser i undergrunnen på Børstad, noe som til en viss grad kan ha påvirket funnbildet på feltet. En moderne grøft krysset vestlig halvdel av feltet fra nord til sør og undergrunnen i området bar preg av å være delvis avskavet. Både terrenget i denne delen av feltet og nærheten til gravfeltet id70999 indikerte god sannsynlighet for tilstedeværelse av kulturminner, men ingen ble påtruffet. Med bakgrunn i den moderne aktiviteten i området kan det derfor ikke utelukkes at automatisk fredete kulturminner har blitt tidligere blitt fjernet herfra. I tillegg var sørlig hjørne av feltet fylt med grus, pukk og moderne fyll. Tre av kulturminnene (A635, A649 og A687) avdekket mot sørlig hjørne av feltet var dekket av moderne fyll (grus/pukk) som delvis hadde ødelagt/endret og trolig fjernet deler av strukturene. Fyllet ble tykkere og undergrunnen tydelig berørt lenger mot sør. Her kan eventuelle strukturer ha blitt skadet eller helt fjernet.

Undergrunnen på Børstad skapte til dels problemer med identifiseringen av kulturminner på feltet. Store deler av utgravningsområdet bestod av grov morene som gjorde avdekkingen utfordrende. Det var umulig å unngå å flytte enkelte stein, og det ble påtruffet flere tilfeller av steinopptrekk som til forveksling kunne likne forhistoriske strukturer. Enkelte groper var i tillegg til matjord, delvis fylt med forkullet materiale ikke helt ulikt kokegroper. Ved forflytningen av noen stein ble sammensetningen eller formen på enkelte strukturer i plan litt endret. En annen utfordring med undergrunnen ble tydelig

under undersøkelsen av enkelte strukturer. Det viste seg at minst to av strukturene (A201 og A917) var blitt gjenfylt med fyllmasse fra undergrunnen, noe som gjorde dem vanskeligere å identifisere i plan. Det kan derfor ikke utelukkes at andre slike nedgravninger kan ha eksistert på utgravningsfeltet.

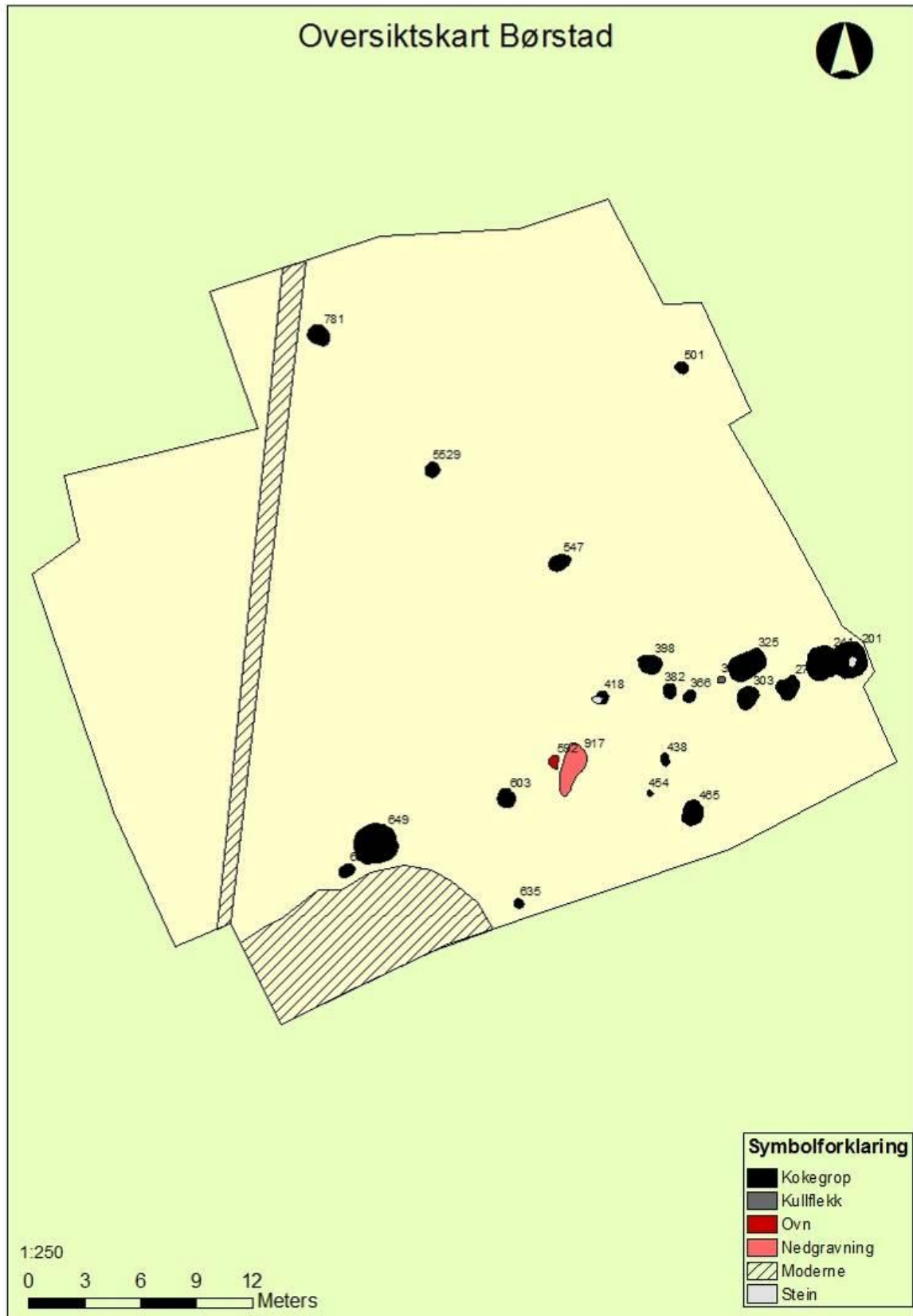
Sentralt på feltet, i et grunt lineært søkk, var det akkumulert delvis sedimenterte jordmasser. Dette skyldes at vann har blitt liggende brakk i forsenkningen og medført nedvasking av organisk materiale. Undergrunnen i søkket hadde mørk farge og fuktig/klebrig konsistens. Vanligvis representerer vannutsatte områder en naturlig avgrensning for varmekrevende, forhistorisk aktivitet, men på Børstad ble det påtruffet tre kokegroper (A547, A5529 og A781) i/under det sedimenterte laget. Den mørke fargen vanskeliggjorde identifiseringen av kulturminner i laget. Det er også trolig at kulturminner funnet i en slik kontekst har blitt tilført organisk materiale som delvis fører til endringer i deres innhold og sammensetning.

5 UTGRAVNINGSGRESULTATER

Utgravningsområdet lå i sørvestlig hjørne av et større jorde tilhørende Børstad gård. Sørlig avgrensning lå ved veikrysset mellom Børstadalleen og Holsetgata. Terrenget i utgravningsområdet helte generelt ned mot nordvest, men omfattet også to mindre høydeplataer i sørøst og vest. Mellom plataene dannet terrenget et langsgående, grunt søkk orientert nordvest-sørøst. Undergrunnen i søkket bestod av mørk, organisk vannavsatt silt/sand, samt fuktig, grågul silt/sand som var iblandet stein. Øvrige deler av feltet bestod av gulbrun, grov morene. Tykkelsen på matjorda varierte mellom 30 cm i vest og sør, og 60 cm i nord og øst.



Figur 5; Grov morene i utgravningsområdet, samt søkk sett mot NV, (foto Cf34908_65 av KES).



Figur 6: Plankart (Kartgrunnlag: Statens kartverk. Tillatelsesnummer NE12000-150408SAS. Produsert 01/06.2015, K. Sæther).

Under utgravningen ble det maskinelt avdekket ca. 1285 m². Det ble til sammen nummerert 31 strukturer, 8 ble avskrevet etter nærmere undersøkelse. Det vil si at antallet reelle strukturer var 23, av disse ble alle snittet eller totalgravd. Strukturtypene fordelte seg slik:

Jernvinneovn	Kokegroper	Nedgravning m/slagg	Kullflekk	Sum
1	20	1	1	23

Tabell 3: Oversikt over de ulike strukturtypene, og deres antall avdekket under utgravningen.

Den største konsentrasjonen av kulturminner ble påvist i sørøst på et av områdets små høydeplatå. Enkelte av strukturene ble påvist inntil sørøstlig plangrense, noe som indikerer at aktiviteten trolig har fortsatt i den retning mot et høyere platå på jordet. I nordlig halvdel av feltet ble det påtruffet kun et fåtall, spredte kokegroper. Aktiviteten anses derfor som avgrenset i denne retning.



Figur 7: Flateavdekket lokalitet sett mot N. Moderne påfyll i S nærmest på bildet, (foto Cf34908_11 av JM).

5.1 STRUKTURER OG KONTEKSTER

5.1.1 JERNVINNEOVN A592 FRA FØRROMERSK JERNALDER

Ovnen var blitt snittet av fylkeskommunen under registreringen. Den ble da beskrevet som en liten, sirkulær kullflekk i plan, 80x80 cm i diameter. Under utgravningen fremstod strukturen som en halvert, oval, 82x54 cm, nedgravning bestående av klart avgrenset, mørk gråbrun/brunsvart humusholdig sand og litt grus, iblandet kull, flekker med rødbrent silt og leire. Enkelte drøyt nevestore stein var synlig i overflaten. Disse lå sentralt i strukturen ved profilet og noen var varmpåvirket.

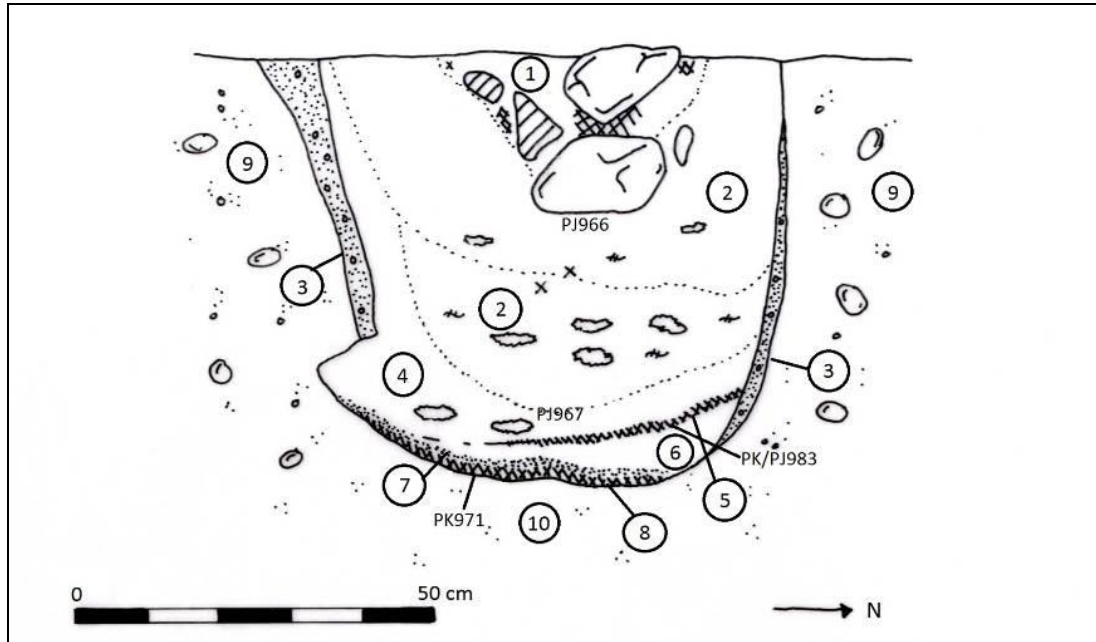
Under utgravningen ble strukturen formgravd og tømt, og det ble tatt ut flere naturvitenskapelige prøver fra de ulike lagene i ovnen, samt et utvalg av slagg, F964, og brent/sintret leire, F965.



Figur 8; Ovn A592 i profil, (foto Cf34908_111 av KES).

Nedgravning A592 var godt synlig mot undergrunnen i profil og var 60 cm dyp. Bunnen var flat og avgrenset av et kullag, sidekantene var begge hovedsakelig avgrenset av rødbrunt undergrunn (sand/silt), men hadde delvis ulik form. I nord fremstod sidekanten som lett buet, men i sør var sidekanten skrå foruten mot bunn hvor den bulet ut ca. 5 cm mot sør. I de øvre ca. 20 cm i, sentrale deler av profilet, var det flere synlige stein, 20-10 cm store, hvorav enkelte varmepåvirket. Biter av slagg, samt brent/sintret leire stakk ut av store deler av profilet. Til sammen ble det påvist syv lag i strukturen under utgravningen i plan og profil;

- **Lag 1:** Øvre, ca. 0-20 cm i de sentrale deler av strukturen. Gråsvart, fet, kull -og humusholdig sand og litt grus. Flekkvis spettet med rødbrunt leire og silt. Stein mellom 20-10 cm store ble påtruffet i laget, hvorav noen var tydelig varmepåvirket og de øvrige kun lettere sådan.
- **Lag 2:** Hovedfyll, påtruffet rundt og under lag 1. Klebrig og kompakt, mørk grå/rødbrun, humusholdig sand og grus, iblandet kull og flekker med rødbrunt leire. Det ble påtruffet biter av slagg og sintret leire i hele laget, men konsentrasjonen av spesielt slagg ble større mot bunnen av laget ca. 40-50 cm ned. En jordprøve, PJ966, ble tatt i øvre, sentrale deler av laget ca. 25-30 cm dypt.



Figur 9; Ovn A592 i profil.

- **Lag 3:** Avgrenser sidekantene. Rødbrent undergrunn (sand).
- **Lag 4:** Under, samt til siden for lag 2 i sør. Brunsvart, fet, humusholdig sand og litt grus, iblandet mye kullstøv. Store konsentrasjoner med slagg, særlig mot sidekantene. I tillegg flere biter brent/sintret leire. En jordprøve, PJ967, ble tatt i sentrale deler av laget, ca. 50-55 cm dypt.
- **Lag 5:** Under lag 4. Gråsvart, forkullet lin, iblandet litt silt. Laget var kun synlig i nordlig del av profil, men ble påtruffet i hele flaten i plan, 50x45 cm i utstrekning, mellom 2-6 cm tykt. (Laget ble ikke påvist i sidekantene). Delvis uklar avgrensning mot lag 4 pga. stor konsentrasjon av slagg, men klart avgrenset mot lag 6 under. En jordprøve/kullprøve, PK983, ble tatt i sentrale deler av laget, i tillegg til en mikromorfologisk prøve, MX984. Linfrø er radiologisk datert til 350-110 f. Kr. (Ua-51926).
- **Lag 6:** Under lag 5. Gråbrun humusholdig, sand/silt og litt grus. Iblandet litt gulbrun morene og enkelte mindre biter slagg.
- **Lag 7:** I overkant av tynt kullag i bunn. Rødbrent silt.



Figur 10; Linlag (lag 5), (foto Cf34908_138 av JM).

- **Lag 8:** Avgrenset bunn. Gråsvart trekullag. I plan ble det påtruffet varmepåvirket oransjegul undergrunnsleire sentralt i bunn av laget. En kullprøve fra laget ble tatt av fylkeskommunen. Denne bestod av forkullet furu og ble radiologisk datert til 165-45 f. Kr (Beta-392786). Under utgravningen ble det også tatt ut en kullprøve, PK971, og også denne ble påvist å være av furu.
- **Lag 9:** Øvre sjikt. Grågul morene undergrunn.
- **Lag 10:** Nedre sjikt. Lys grågul kompakt leireholdig silt.

Stratigrafisk graving av de resterende delene av strukturen avdekket at nedgravningens dypeste punkt lå litt vest og sør for profilet. Det vil si at strukturen trolig var snittet ca. 15-20 cm øst for midten. Mot bunnen av strukturen ble bredden tilsynelatende større enn det som var synlig i profil. Det vil si at nedgravningen hadde en delvis traktform. Denne forøkningen i bredden var delvis indikert av utbuling mot bunn av sørlig sidekant i profilet. Det er imidlertid usikkert om denne utvidelsen av bredden var intensjonell. Store deler av nedgravningen var omsluttet av grov morene, og det er mulig at den utvidete bredden skyldes at store stein falt ut eller ble fjernet under anleggelsen av ovnen. Dette har etterlatt seg store tomrom tilnærmet en renne mot bunnen av sidekantene. Det ble påtruffet konsentrasjoner av slag i tomrommet/renna. Slagget kan være en annen årsak til at nedgravningen ble bredere mot bunn. Når slagget stivnet kan undergrunnsmassen ha blitt presset utover til siden.



Figur 11; Slagg mot bunn av lag 2, og nesten tømt ovn foruten bunn (foto Cf34908_135/145 av JM).

5.1.2 NEDGRAVNING A917 MED SLAGGFØRENDE LAG

Strukturen var ikke synlig i plan etter avdekking, men ble påtruffet under tømning av en snittegrop som var blitt gravd av fylkeskommunen i samband med undersøkelse av en ovn A592. Nedgravningen ble først synlig da et lag med slag ble påtruffet mot bunnen av snittegropa på motsatt side av ovnens profil. Nærmere undersøkelse påviste at snittegropa hadde skåret gjennom nedgravning A917 som må ha ligget inntil/overlappet

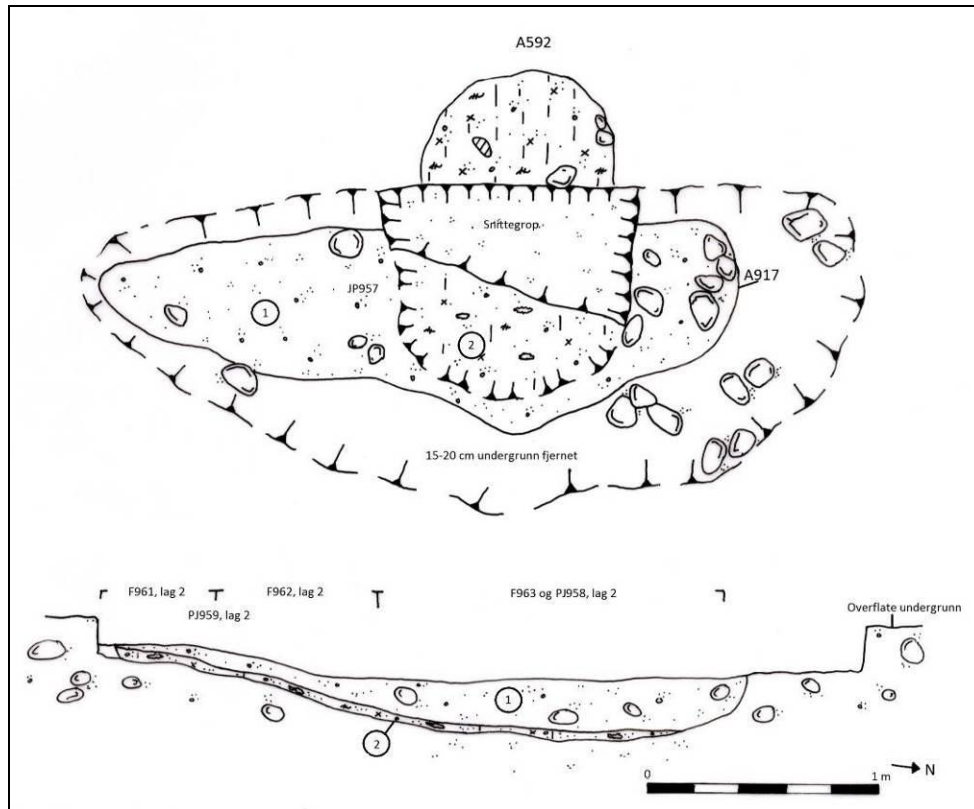
ovnen A592. Da laget først ble påtruffet ble snittegropa utvidet for å se om laget fortsatte eller om det kun var en rest etter slagget fra ovnen. Laget og bunnen av ovnen var på tilnærmet lik dybde, (ca. 55-60 cm).

Da slagghunnene ikke opphørte etter utvidelse av snittegropa var det tydelig at slagget måtte tilhøre et lag eller en struktur som var separat fra ovnen A592. Neste steg var derfor å undersøke snittegropa for spor etter nedskjæringer til en grop. Den grove morenen forhindret imidlertid gode og oversiktlige profiler. Snittet vi la, var også lite optimal i forhold til å finne nedskjæringer. Massen over slagglaget var tilsynelatende litt gråere enn morenen rundt, men det var vanskelig å bedømme om dette var en naturlig sjattering eller et resultat av intensjonell aktivitet. Området rundt snittegropa ble også håndrenset, men ingen spor av nedskjæring var å finne. Det ble derfor besluttet å fjerne 15-20 cm i plan av tilsynelatende steril undergrunnen rundt snittegropa. Først da ble svake spor etter en nedskjæring synlig. Nedgravningen fremstod da som avlang, orientert NV-SØ, smalere mot SØ, samt ujevnt og til dels uklart avgrenset grunnet tilnærmet lik farge og innhold mellom undergrunnen og strukturens fyll.



Figur 12; A917 fremrenset i plan, (foto Cf34908_97 av KES).

Nedgravningen ble formgravd i plan og fullstendig tømt. Med bakgrunn i det store innhogget fra snittegropa var det ikke mulig å etterlatte en gjennomgående profil i strukturen. Profilet ble imidlertid delvis dokumentert ved å måle den formgravde nedgravningens ulike dybder og lag under utgravning. Undersøkelsen påviste at nedgravningen omfattet en oval grop med flat bunn og avrundet sidekant i nord, og en skrånende grøft/kanal i sør. Størst dybde mellom grop og grøft varierte mellom henholdsvis 54 og 21 cm. Fyllet i nedgravningen omfattet i hovedsak to lag;



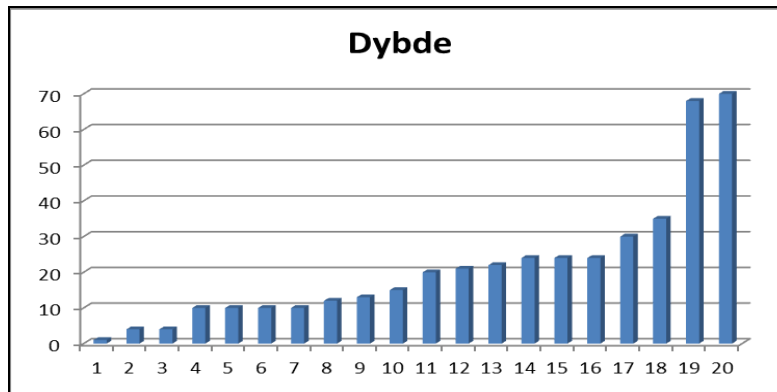
Figur 13; Plan -og profiltegnning av A917.

- **Lag 1:** Hovedfyll fra topp til nesten bunn. Litt fuktig, tilsynelatende steril, grågul, grov morene som var iblandet litt humus. Laget var svært likt morenen rundt og var årsaken til at nedgravningen var svært vanskelig å skille ut. Det ble tatt ut en jordprøve, PJ957, av laget.
- **Lag 2:** Avgrenset hele strukturens bunn. Grå/rødbrun grusholdig sand, iblandet litt kull, humus og flere biter av slagg og enkelte biter brent/sintret leire. Laget var tykkest, ca. 4-5 cm, i overgangen mellom grop og grøft. Det ble tatt ut jordprøver fra laget i gropa, PJ958 og grøft/kanal, PJ959. I tillegg ble det tatt ut en kullprøve, PK960, fra samme lag i bunn av gropa. Slagg og litt brent/sintret leire ble samlet fra gropa F963, overgangen mellom grop og grøft F962, samt øvre del av grøft F963. En kullprøve fra laget som bestod av forkullet furu er radiologisk datert til 160-50 f. Kr.
- **Lag 3:** Stedvis ble det påtruffet rødbrent undergrunn inntil nedgravningens avgrensning.

5.1.3 KOKEGROPER

Den største funngruppen under utgravningen var kokegrop (20 stykker). Størst konsentrasjon var i sørøst, men de lå også spredt langs store deler av feltets sørlige avgrensning. Fem kokegrop (A398, 418, 547, 781 og 5529) ble avdekket ved eller i feltets grunne søkk hvor undergrunnen var preget av vannavsatte humøse fyllmasser. Kokegropene varierte en del i form og størrelse, både i plan og profil. De fleste var ovale

eller runde med unntak av fire (A201, 241, 325 og 303) som var kvadratisk eller rektangulære, og lå samlet i sørøstlig del av utgravningsområdet. Syv av strukturene hadde liten utstrekning i plan og/eller profil og er derfor betegnet som bunn eller rest av kokegroper. Disse bestod hovedsakelig av mindre kullsamlinger iblandet varmpåvirket stein.



Figur 14; Kokegroperenes dybde i profil fremstilt grafisk.

De øvrige kokegroperne var generelt fylt med mørk gråbrun, humusholdig sand og grus, iblandet ulik grad av kull og varmpåvirket stein, avgrenset i bunnen av et kullag. Flere var omrisset av varmpåvirket, rødbrun undergrunn. Kullprøver (8 stk.) fra et representativt utvalg kokegroper, der det er tatt hensyn til form, størrelse og dybde, er vedartanalyisert og radiologisk datert. Kokegroperne som ble prioritert fordelte seg jevnt utover utgravningsområdet, og formålet var å avklare om de tilhørte en eller flere aktivitetsfaser.

Anr	Form i flate	Bredde	Lengde	Dybde	Bunn i profil	Sider i profil	Datering
201	kvadratisk	165	150	68	avrundet	buete	345-425 e. Kr
241	rektangulær	159	193	35	flat	skråe	-
277	ujevn	100	130	20	skrå	ujevne	-
303	kvadratisk	96	96	24	avrundet	buete	-
325	rektangulær	65	190	22	flat	buete	410-540 e. Kr
366	rund	60	63	10	avrundet	ujevne	260-410 e. Kr
382	rund	63	71	10	flat	ujevne	-
398	oval	80	100	24	spiss	skråe	-
418	oval	40	50	15	ujevn	skråe	-
438	oval	46	64	4	avrundet	skråe	-
454	oval	20	40	1	ujevn	ujevne	-
465	oval	100	110	30	ujevn	skråe	-
501	oval	58	74	12	avrundet	buete	380-530 e. Kr
547	oval	90	106	21	flat	ujevne	420-540 e. Kr
603	oval	72	87	13	avrundet	buete	340-410 e. Kr
635	ujevn	50	80	10	flat	ujevne	-
649	ujevn	200	200	70	skrå	skråe	260-410 e. Kr
687	ujevn	45	74	4	flat	skråe	-
781	rund	100	100	10	flat	skråe	420-540 e. Kr
5529	oval	70	80	24	flat	skråe	-

Tabell 4: Kokegroperenes statistiske data fremstilt i tabellform.

En kokegrop, A201, som var skåret av A241, skilte seg ut.

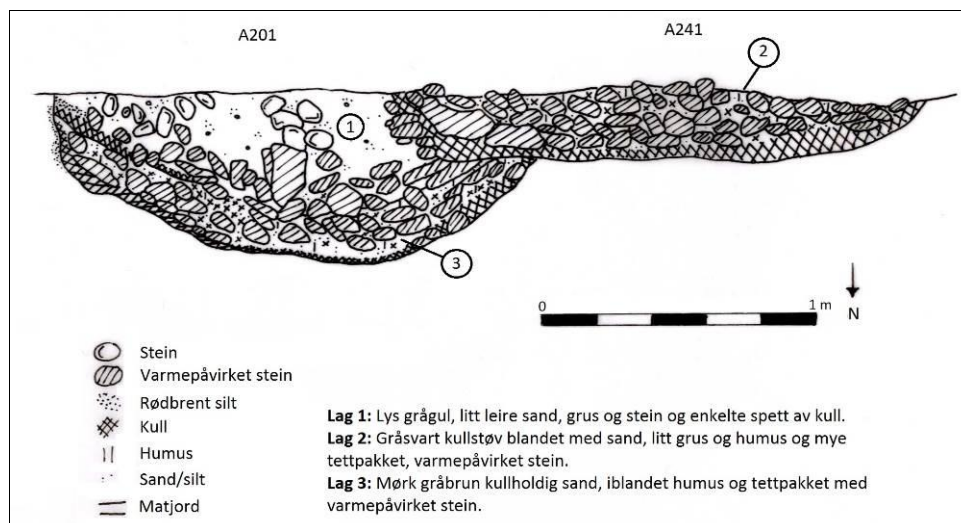
A201

Strukturen var klart avgrenset i plan, men skåret av kokegrop A241 i vest. Den hadde kvadratisk form med avrundede hjørner, 165x150 cm. Avgrensningen var markert med rødbrun, brent silt/sand. I tillegg kullrand i nord. Sentralt stod det en stor stein, ca. 60x50 cm, omringet av noen nevestore stein, hvorav enkelte varmepåvirket. Fyllet i plan var grågul, litt leirete sand, iblandet litt grus og enkelte kullspett.



Figur 15; Planbilde av A201 til venstre og A241 til høyre, (foto Cf34908_28 av JM).

Profilen viste at kokegropen var 68 cm dyp, og øvre del var fylt med lys grågul, litt leireholdig sand, grus og stein, lik undergrunnen og enkelte spetter av kull, lag 1. Deretter fulgte kompakte lag med varmepåvirket stein. Nedgravningen var klart avgrenset i profil av et kullag, samt rødbrunt sand. I østlig halvdel viste imidlertid profilet flere lag bestående av brutte kullag, rødbrunt sand og sammenblanding av lag 1, kull, humus og varmepåvirket stein. Dette viser trolig til at gropen er flerfaset, og er tømt og fylt flere ganger. Kullprøve er tatt fra kullrand i bunn.



Figur 16; Profiltegning av A201 og A241.



Figur 17; Planbilde av A201 til venstre og A241 til høyre, (foto Cf34908_83 av JM).

6 NATURVITENSKAPELIGE PRØVER OG ANALYSER

Det foreligger til sammen 19 kullprøver, fire jordprøver og en mikromorfologisk prøve fra utgravningen. 13 vaskede kullprøver har undergått detaljert vedartsanalyse ved Moesgård museum (2015). I tillegg har en uvasket, forkullet prøve av lin fra jernvinneovnen blitt analysert av Peter Hambro Mikkelsen ved Moesgård museum (2015). Alle jordprøvene, samt et utvalg av slagge fra jernvinneovnen og nedgravning er analysert av Arne Jouttijärvi ved Heimdal archaeometry (2015). Ni kullprøver og forkullet frø av lin er radiologisk datert ved The Ångström Laboratory, Uppsala (2015).

6.1 VEDARTSANALYSE

Det ble sendt 13 kullprøver fra utgravningen til detaljert vedartbestemmelse. I tillegg er en forkullet prøve av strå/stilk fra jernvinneovnen analysert.

PKnr.	Anr.	Strukturtype	Vekt, gram	Tresort
864	241	Kokegrop	2,1	10 stk= 4 yngre/eldre stammer bjørk, 4 yngre gren osp, 2 yngre stammer furu
865	201	Kokegrop	6,5	10 stk= 1 stamme, 9 gren bjørk
866	603	Kokegrop	0,5	10 stk= stamme/gren bjørk
887	303	Kokegrop	1,4	10 stk= 7 stamme/gren or, 3 stamme/gren bjørk
888	547	Kokegrop	1	10 stk= 3 gren or, 2 gren or/bjørk, 2 gren selje/osp, 3 løvtre
901	325	Kokegrop	5	10 stk= 8 yngre gren bjørk, 2 stamme/gren furu
905	366	Kokegrop	0,2	5 stk= 2 gren bjørk, 3 gren osp
910	649	Kokegrop	18,5	10 stk= 7 stamme/gren alm, 3 stamme/gren lind
960	917	Nedgravning	0,4	2 stk= eldre gren furu
968	398	Kokegrop	0,4	10 stk= 9 gren bjørk, 1 gren løvtre
971	592	Jernvinne ovn	0,8	10 stk= gren furu
979	501	Kokegrop	0,7	10 stk= yngre gren or
980	781	Kokegrop	17,7	10 stk= 3 yngre gren or, 6 stamme/gren selje/osp, 1 stamme/gren bjørk
983	592	Jernvinne ovn/linlag		Klump forkullede strå/stilk, frø, enkelte trekull og trekullstøv. 10stk=linfrø, 2 korn av dyrket havre og ugressfrø

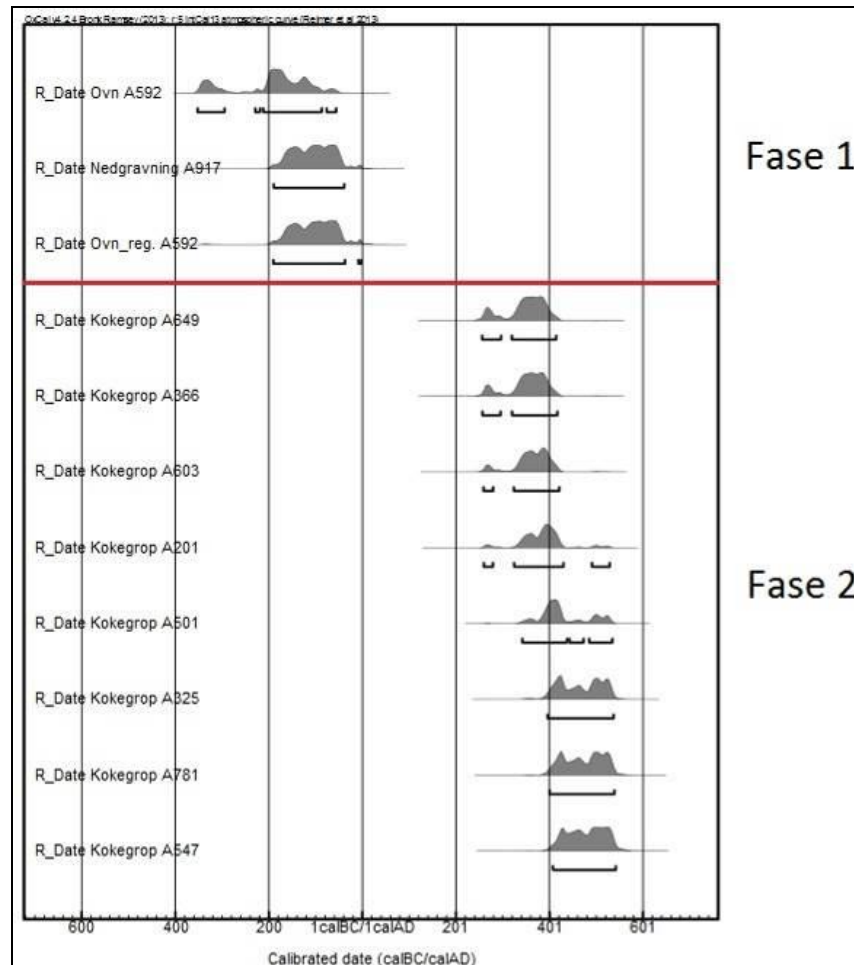
Tabell 5: Oversikt over vedartsbestemt prøver fra utgravningen på Børstad.

6.2 DATERING

Det foreligger 10 radiologiske dateringer fra utgravningen på Børstad. I tillegg til en datert kullprøve fra fylkeskommunens registrering.

Pnr.	Anr.	Struktur	Lab.nr	Datert materiale	Ukalibrert C14-dat.	Kalibrert datering 1 sigma (OxCal.)
865	201	Kokegrop	Ua-51917	Bjørk	1659±30	345-425 e. Kr
866	603	Kokegrop	Ua-51918	Bjørk	1677±28	340-410 e. Kr
888	547	Kokegrop	Ua-51919	Or	1586±29	420-540 e. Kr
901	325	Kokegrop	Ua-51920	Bjørk	1605±29	410-540 e. Kr
905	366	Kokegrop	Ua-51921	Osp	1686±29	260-410 e. Kr
910	649	Kokegrop	Ua-51922	Lind	1689±29	260-410 e. Kr
960	917	Nedgravning	Ua-51923	Furu	2083±29	160-50 f. Kr
979	501	Kokegrop	Ua-51924	Or	1633±29	380-530 e. Kr
980	781	Kokegrop	Ua-51925	Or	1597±29	420-540 e. Kr
983	592	Ovn	Ua-51926	Linfrø	2140±30	350-110 f. Kr
Reg.	592	Ovn	B-392786	Furu	2080±30	165-45 f. Kr

Tabell 6: Oversikt over daterte prøver fra utgravningen på Børstad.



Figur 18: Radiologiske dateringer fra utgravningen på Børstad fremstilt i en samlingstabell generert av OxCal (Atmospheric curve from Reimer et. al (2013); OxCal v4.2.4 Bronk Ramsey (2013); r5 IntCal13).

Dateringsresultatene fra utgravningen fordeler seg innenfor to aktivitetsfaser som strekker seg over et langt tidsspenn fra 350 f. Kr. til 540 e. Kr. som tilsvarer førromersk jernalder - folkevandringstid. Mellom fasene er det et klart brudd i dateringene på over 200 år som betyr at aktiviteten innenfor de to fasene har vært helt adskilt. Dette skillet er i tillegg gjenspeilet av den klare to-delte fordelingen av likartede strukturtyper innenfor fasene. Denne fordelingen indikerer at aktiviteten har både opphørt og endret karakter fra en fase til en annen.

- **Fase 1:** 350-45 f. Kr. som tilsvarer førromersk jernalder og omfatter jernvinneovn og nedgravning med slaggførende lag.
- **Fase 2:** 260-540 e. Kr. som tilsvarer yngre romersk jernalder – folkevandringstid og omfatter kokegroper.

Fase 1 omfatter tre dateringer, hvorav to fra jernvinneovnen A592 og en fra nedgravning med slagg A917. Dateringene har et overlappingspunkt på 55 år, (165-110 f. Kr.), som trolig representerer omtrentlig tidspunktet for aktiviteten. Det begrensede antallet strukturer indikerer i tillegg at aktiviteten trolig har vært kortvarig.

Fase 2 omfatter det største antall dateringer (8 stk.). Disse fordeler seg jevnt innenfor tidsspennet yngre romersk jernalder-folkevandringstid. Den jevne fordelingen indikerer at aktiviteten har vært kontinuerlig. I tillegg er alle dateringene utelukkende fra kokegroper som tilsier at aktiviteten trolig har forholdt seg uendret gjennom hele fasen.

6.3 METALLURGISK ANALYSE

Materiale fra fire jordprøver tatt fra jernvinneovnen og nedgravningen med slaggførende lag samt et utvalg slagg, har gjennomgått metallurgisk analyse.

Anr	Nr	Strukturtype	Funnomstendighet	Materiale analysert
917	PJ958	Nedgravning	Lag m/ slagg i «bolle»	3 stk. svært magnetiske slagg, 3 stk. malm
917	PJ959	Nedgravning	Lag m/ slagg i «sjakt»	3 stk. slaggfragm. 3 stk. slagg/malm
592	PJ966	Jernvinne ovn	Lag 2 (øvre del av ovn)	3 stk. slagg, 6 hammerskall og 3 slaggkuler
592	PJ967	Jernvinne ovn	Lag 2 og 4 (nedre del av ovn)	14 hammerskall og 6 slaggkuler
917	F961, 962, 963	Nedgravning	Lag m/ slagg i bunn av hele nedgravning	9 stk. slagg
592	F965	Jernvinne ovn	Utvalg fra hele struktur	3 stk. slagg

Tabell 7: Oversikt over jordprøver fra utgravningen på Børstad.

Analyse av slagget fra A592 og A917 har påvist at de er dannet ved jernutvinning, og at de har identisk sammensetning som sannsynliggjør at de stammer fra samme utvinningsprosess. Sammenliknet med annet utvinningslagg fra førromersk jernalder funnet i Norge og Sverige har slagget fra Børstad lavt restinnhold av jernoksid. Dette viser at prosessen har vært drevet uvanlig effektivt i forhold til det normale i perioden. Slagget hadde i tillegg et høyt innhold av manganoksid (MnO), og relativt lavt innhold av aluminiumoksid og kaliumoksid, en sammensetning som er uvanlig i forhold til tidligere analyser av slagg fra Norge. Sammensetningen har store likheter med slagg fra det Nord-Europeiske lavlandet (Danmark, Nord-Tyskland og nordlige Polen). Det er imidlertid

funnet slagget med tilnærmet lik sammensetning fra tre lokaliteter i Oppland fylke. Disse er Haug i Gjovik, Holen i Gausdal og Lisætra/Li søndre i Øyer.

Det ble påvist hammerskall og smieperler i PJ966 og PJ967 med vekt på sistnevnte. Deres sammensetning viste at de stammet fra primær –og sekundærsmiing. I tillegg viste skallene fra primærsmiing store likheter i sammensetning med utvinningsslagget, noe som betyr at jernet som ble smidd var utvunnet i ovnen. Tilstedeværelsen av hammerskall og slaggekuler i prøvene fra ovnen tilsier at smiing må ha foregått svært nærme strukturen. Med bakgrunn i at smiematerialet ble påvist langt nede i ovnen er det sannsynlig at smiingen av jernet må ha funnet sted like etter at jernet var blitt tatt ut og ovnen ble gjenfylt. To av slaggeklumpene viste i tillegg spor etter 2 gangs oppvarming, trolig i en esse.

Nedgravningen A917 inneholdt kun materiale fra utvinningen, og må derfor ha blitt gjenfylt før smiingen fant sted. Med utgangspunkt i materialet funnet i nedgravningen er det usikkert hvilken funksjon den har hatt. Det kan tenkes at den har blitt anlagt i forbindelse med at jernet skulle tas ut av ovnen eller det kan ha vært en form for arbeidsgrop.

7 VURDERING AV UTGRAVINGSRESULTATENE, TOLKNING OG DISKUSJON

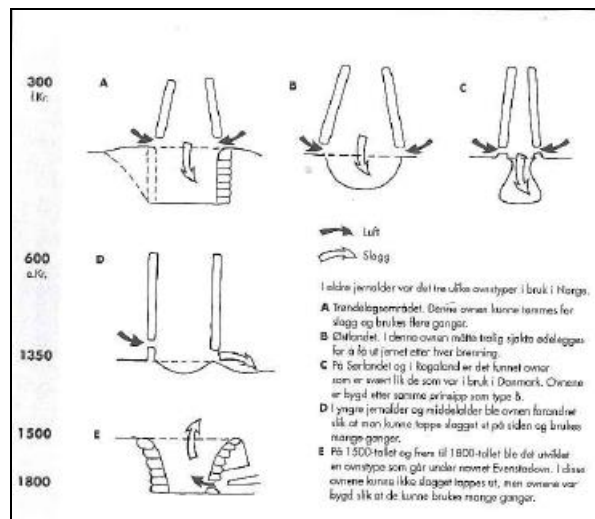
Under fylkeskommunens forundersøkelse var det blitt registrert en lokalitet bestående av en sikker, snittet jernvinneovn og tre usikre, samt seks kokegroper og tre kullforekomster. Kullprøve fra snittet jernvinneovn ble radiologisk datert på forkullet furu til 180- Kr. f. før utgravningen tok til. Det overordnede målet med utgravningen var dermed å sikre kildemateriale som kunne belyse problemstillinger knyttet til bosetning og jernvinneaktiviteter på Hedemarken i jernalderen. Dette skulle gjøres ved å funksjonsbestemme og datere de ulike strukturene på lokaliteten for deretter å kunne undersøke deres relasjon til hverandre, kulturminnene i nærområdet og eventuelt regionen.

Alle fylkeskommunens registrerte kulturminner ble gjenfunnet under utgravningen, i tillegg til nye antatte forhistoriske strukturer. Undersøkelsen påviste at de fleste strukturene som ble avdekket på Børstad var kokegroper, og at jernvinneovnen som fylket hadde undersøkt under registreringen var den eneste av dette slaget. Under tømning av gropa som ble anlagt ved snitting av ovnen ble det imidlertid funnet spor etter et slaggførende lag i bunnen av gropa som ikke kunne tilhøre ovnen. Det var ingen synlige spor etter en struktur på overflaten av undergrunnen, og det var ikke før ca. 10-15 cm av denne ble fjernet at en nedgravning ble synlig. Slagget ble kun funnet i ovnen og nedgravningen og det var med den bakgrunn at man tenkte at disse kunne være fra samme aktivitetsfase. Dessverre så var den fysiske overgangen/forholdet mellom strukturene blitt gravd vekk og/eller forvitret slik at strukturenes eventuelle samhörighet ikke kunne bekreftes eller avkreftes i felt. Det ble derimot tatt ut kull til radiologisk datering, samt jordprøver og slagget til analyse fra strukturene for å kunne belyse dette og andre spørsmål knyttet til jernvinnna. I tillegg ble det tatt kullprøver fra flere av kokegropene for å undersøke når de var i bruk, og om de var knyttet til utvinningen.

Ti prøver fra utgravningen er radiologisk datert i tillegg til prøven fra fylkeskommunens registrering. Disse fordeler seg innenfor to aktivitetsfaser som strekker seg over et langt tidsspenn fra 180 f. Kr. til 540 e. Kr., som tilsvarer førromersk jernalder - folkevandringstid. De to fasene er klart adskilt fra hverandre med et brudd på over 200 år i tillegg til at de omfatter ulike typer strukturer. Ovnene og nedgravningen med slaggførende lag er datert til 350-45 f. Kr. som er fase 1 og tilsvarer førromersk jernalder. Kokegropene (8 stk.) er datert til 260-540 e. Kr. som er fase 2 og tilsvarer yngre romersk jernalder – folkevandringstid. Dateringene og fordelingen av strukturtyper viser tydelig at aktiviteten på lokaliteten trolig har vært adskilt i tid og omfattet ulik aktivitet.

Fase 1: jernvinne i førromersk jernalder på Børstad

Undersøkelsen av ovnen A592 påviste at denne bestod av en grop uten fôringselementer, men som var fylt med mye slag og biter av sintret/brent leire. Konstruksjonen er kjent fra tidligere undersøkelser av jernvinneovner og klassifiseres som slagggropovn/sjaktgropovn/gropsjaktovn, som representerer de eldste ovnstypene, (jernvinneaktivitet fase I), i Norge. Disse ovnene blir ofte benevnt som *Eg*-type, med navn etter lokaliteten Eg i Kristiansand. Karakteristisk for ovnstypen er at den brukes kun én gang fordi den gjerne ødelegges i prosessen med å få ut jernluppa.



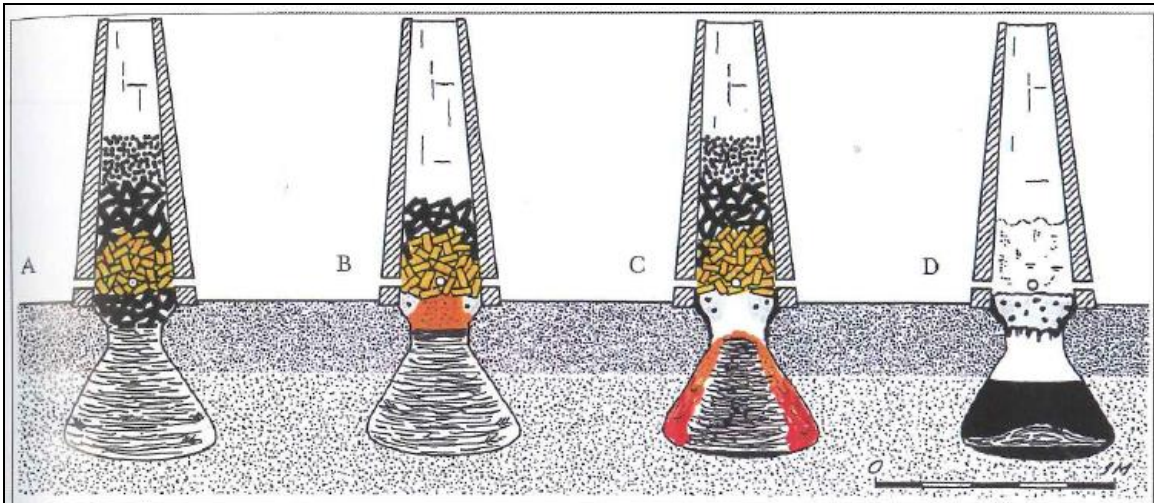
Figur 19: Inndelingen av faser i ovnsutviklingen som bygger på A. Espelund (Espelund 2005:87, figur 19).

Ovnen består av en grop i bakken som kan være steinforet eller leireforet, eller bare være en nedgravning i bakken. Formålet med gropen er å fange slag som renner ned fra en sjakt som står over. Sjakten er utformet nærmest som en pipe av leire som er pakket rundt en indre forskaling, trolig av tre eller flettverk. Sjakten eller deler av denne blir svært sjelden funnet in situ fordi den ødelegges for å komme til jernluppa. Derfor finnes fragmenter av sintret/brent leire i slaggruppen.

Nedgravningen A917 fremviste ingen karakteristiske ovnstrekk hverken i form eller innhold, foruten fragmenter av slag og litt sintret leire. Analyse av slagget fra både A592 og A917 har imidlertid påvist at de har identisk sammensetning og er dannet ved en utvinningsprosess. Dette underbygger antagelsen om at ovnen er brukt kun en gang og at

strukturene var samtidige og trolig utgjør deler av samme prosess/aktivitet. Det er tidligere blitt påvist arbeidsgroper inntil slagggrop (ovn type I) på Holen i Follebu, Gausdal (Storrusten og Larsen 2009). Nedgravning A917 er dypere enn arbeidsgropen på Holen, men den kan endog tolkes som sådan. Det er derimot usikkert hvilken hensikt gropen kan ha oppfylt, da det under brenningen ikke var nødvendig å ha tilgang til ovnen (rapport Jouttijärvi 2016:3). Det er imidlertid mulig at A917 er anlagt i forbindelse med uttaket av jernet fra ovnen, derav restene av slag og malm i bunnen av nedgravningen.

Arbeidsgropen foran ovnen er en kjent karakteristikk blant en eldre type ovn i Danmark kalt *Skovmark*, men denne ovnstypen kan brukes flere ganger og en arbeidsgrop er da hensiktsmessig (Larsen 2013:66, Voss 1991:172-175). «Engangs ovner med slagggrop» slik som *Eg*-typen blir ofte sammenliknet med *Snorup*-typen eller *Drengsted*-typen fra det danske materialet som begge er «slaggegrubeovner» (Larsen 2009:70, 2013:66, Voss 1991, 1993). Disse ovnene omfatter en nedgravd grop som er brukt en gang. De har i tillegg en halmdott ved overgangen mellom sjakt/pipe og grop, og tidvis er hele gropen fylt med halm eller i noen tilfeller lyng (Larsen 2013:66).



Figur 4: Rekonstruksjon av slaggegrube ovnen med fire stadier av jernutvindingprosessen:

A. Slaggegruben var det første, der blev gravet. Den blev fyldt med balm, og derefter blev ovnskakten bygget op af halvt tørrede lersten. Den færdige ovn blev fyldt med trækul, der blev antændt gennem luftbullerne forneden. Når ovnen var blevet tilstøkkelig varm, blev den fyldt med skiftende lag af ristet myremalm og trækul. Det brændende trækul udviklede kuliltegas (CO), der fjernede en del af ilten fra myremalmen, hvorved der blev dannet partikler af metallisk jern i en struktur, der kan sammenlignes med en svamp, hvor mellemrummene er fyldt af slagge.

B. Når disse porøse stykker jern kom ned i det 12–1300° varme område lige over luftbullerne, smeltede slaggen helt og løb ned i bunden af ovnen. Den første slagge størknede straks oven på den kolde halmfyldning – vist med den vandrette sorte streg oven på halmfyldningen – og spærrede dermed for den slagge, der fortsat blev produceret i ovnen.

C. Men efter at mere flydende slagge kom til, smeltede bunden på denne slaggebeholder atter, og hele den opsamlede slagge løb ned på bunden af slaggegruben, hvor den størknede i en centimeter tyk plade.

D. Samtidig hermed blev grube opvarmet så meget, at den efterfølgende slagge undgik at størkne øverst i grube. Jernsvampen, luppen, opbyggedes efterhånden nede for luftbullerne.

Hele processen har strakt sig over mere end 2 døgn, hvor der skiftevis blev fyldt trækul og malm i ovnen. Til fremstilling af ca. 60 kg luppejern blev der brugt o. 300 kg trækul og o. 300 kg ristet myremalm.

For at smede medens jernet var varmt, er der straks ved afslutningen af processen slået hul i siden af ovnen, så jernet kunne trækkes ud i glødende tilstand for at blive bearbejdet af smeden.

Det 30 cm tykke pløjelag er vist med en tættere signatur, og det kan ses, at i et dyrt område er det kun selve slaggeblokken, der har mulighed for at forblive uforstyrret.

Figur 20: Konstruksjonsprinsippene av «slaggegrubeovn» (kopiert fra Jouttijärvi og Voss 2013:85).

Halmen eller lyngen er et viktig konstruksjonselement for «slaggegrubeovnene». Først blir gropen gravd, deretter fylt med halm/lyng. Alternativt så har halmen/lyngen utgjort et konstruert lag mellom gropen og sjakten over som har fungert som en midlertidig propp mellom grop og sjakten over. Dette er for å forhindre at trekull og malm faller ned i gropen før utvinningsprosessen har begynt. Etter at sjakten/pipa blir anlagt over gropen blir den fylt med trekull som blir antent gjennom luftehull konstruert i sidene, mot bunn av sjakten. Når ovnen er blitt tilstrekkelig varm blir den fylt med malm og mer trekull. Varmen fører til at jernet skilles ut fra malmen og når de oppnår en temperatur på 12-1300° smelter slagget som så renner ned i gropen. Det første slagget størkner da over laget med kald halm/lyng. Etter hvert tilkommer mer flytende slag som smelter den størknede proppen. Dette fører til at halmen/lyngen blir forkullet og forminsket, og slagget renner gradvis ned i gropen. På denne måten blir varmen opprettholdt slik at en jernluppe kan dannes i bunn av sjakten under luftehullene (prinsippet er hentet fra Jouttijärvi og Voss 2013:85).

Konstruksjonsprinsippene til «slaggegrubeovnene» viser at laget av halm/lyng er et karakteristisk trekk i de danske ovnene. Slike lag mangler imidlertid i det norske materialet, og er kun påvist på By 221/1 i Løten, Hedmark (Risbøl 1997). Tilstedeværelsen av halm/lyng er imidlertid ansett som et såpass viktig element i de danske gropovnene at mangelen på sådan i det norske materiale til dels har sådd tvil om grunnlaget for sammenlikning av ovnstyper (Larsen 2013:67). Undersøkelsen på Børstad har imidlertid nå fremskaffet et annet eksempel på bruk av stråbasert, organisk materiale i en gropovn fra Norge.

Det ble påvist to kullag mot bunn av slaggruppen på Børstad. Før utgravningen tok til hadde fylkeskommunene allerede påvist at kullaget i bunn av gropen bestod av forkullet furu som er en svært vanlig tretype i norsk jernvinne. Under utgravningen ble det imidlertid klart at kullaget som lå ca. 4-7 cm høyere enn kullaget av furu var svært ulikt både visuelt og i konsistens. Det høyereliggende, forkullede laget fremstod som mer fett samtidig som den omfattet tettpakket, stråliknende materiale som i felt ble tolket som halm. Analyse av materialet viste imidlertid at stråene var linstengler med et stort antall linfrøkapsler (Mikkelsen 2015:4). Dette er et usedvanlig resultat som er ukjent i det norske materiale, og muligens også i det danske.

Lin er en spinkel ettårig plante som har vært dyrket i Norge siden yngre bronsealder, men som ble vanligere ut over i eldre jernalder. Stenglene er tynne og elastiske, og ulike sorter av arten har blitt foredlet frem til fremstilling av olje og fiber til bruk i tau, stry og tekstiler. I *Den eldre Edda* blir lin omtalt i forbindelse med fruktbarhet. Bruksområdene til lin kan derfor betegnes som mangfoldig, men i tilfellet Børstad har linet trolig hatt formål som «propp» slik som halmen/lyngen i de danske gropovnene. Hvorfor man har valgt å bruke lin i stedet for halm eller lyng er uvisst. Det kan skyldes tilgjengelighet eller at lin har hatt bedre iboende egenskaper, f. eks. har frøene et lag av slimstoff, noe som kan ha gjort den mer fordelaktig å bruke som varmedempende propp. Analyse av slagget kunne hvert fall vise at utvinningsprosessen har vært drevet uvanlig effektivt i forhold til det som er normalt for perioden, og svarte til effektiviteten man ellers ført finner i romersk jernalder.

De danske gropovnene er datert til romertid og folkevandringstid, og det er blitt diskutert om de enkelte norske dateringene til førromersk jernalder har bakgrunn i dateringer på furu som har høy egenalder (Larsen 2013:67). De danske dateringene er av halm og lyng som har lav egenalder og er derfor ansett som mer presise. I tilfelle Børstad så er denne mulige feilkilden tilbakevist ved at dateringene av ovns brukstid er av linfrø med lav egenalder, samt forkullet furu. I tillegg foreligger en datering av forkullet gren av furu fra nedgravningen A917 som er knyttet til aktiviteten rundt ovnen. Tidsspennet til dateringene er 350-45 f. Kr., men i perioden 165-110 f. Kr. overlapper dateringene, noe som sannsynliggjør at ovns brukstid er innenfor denne 55 års perioden.

Kan det da tenkes at utvekslingen av gropovntechnologien har funnet veien fra Norge til Danmark? Ovnene er tross alt relativt karakteristiske med deres fyll av stråbasert, organisk materiale som antyder at det har skjedd en teknologiutveksling. I så tilfelle ble det ikke gjort entydige spor av en slik utveksling på materialet fra Børstad. Dette til tross for at analyse av slagget påviste høyt innhold av manganoksid, og relativt lavt innhold av aluminiumoksid og kaliumoksid som er en sammensetning mer karakteristisk for slagge fra det Nord-Europeiske lavlandet. Tilnærmet likt sammensatt slagge er imidlertid blitt funnet tidligere i Norge, på tre lokaliteter i Oppland fylke, Haug 25/1 i Gjøvik, Holen 131/1 i Gausdal og Lisætra/Amundhusene/Li søndre 27/17 i Øyer. I luftlinje er det en del kilometer mellom lokalitetene i Oppland og Børstad, men deres beliggenheter er alle i nærheten av, eller ved vannveier som fører til Mjøsa. Det samme er tilfellet for slaggegropovnene med halm funnet på By i Løten (Risbøl 1997). Lokaliteten lå i nærheten av Svartelva som renner ut i Åkersvika.

Holen gård ligger like ovenfor Follebu sentrum, i et område som er et av de gamle og sentrale bosetningsområdene i Gausdal, og som ligger inntil elva Gausa (Storrusten og Larsen 2009:4). Lokaliteten lå i dyrket mark, og det ble blant annet avdekket en slaggegropovn med arbeidsgrop radiologisk datert til førromersk jernalder, (410-385 f.Kr.). Haug ligger i Vardal, midtbygda (Kirkebygda), som ligger ved elven Vesleelva (Eggen, Johansson og Lønaas 2010:7). Lokaliteten lå i dyrket mark om lag 50 meter nordøst for Vardal kirke ved Klokkebekken. Det ble blant annet avdekket to slaggegropovner radiologisk datert til romersk jernalder og merovingertid. Lisætra ligger i et seterområde på Gudbrandsdalens østside ca. 300 m høyere enn jordbruksbygda Øyer som ligger inntil elven Lågen (Berge og Larsen 2013:5). Lokaliteten omfattet blant annet et jernvinneanlegg radiologisk datert til merovingertid.

Vannveiforbindelsen mellom lokalitetene sannsynliggjør at likhetene i slaggets uvanlige sammensetning er en karakteristikk for området som trolig skyldes regional utveksling og/eller handel. Manganholdig utvinningslagge er i tillegg funnet ved Hamar Domkirkeruin og dateres til 1250-1450 e. Kr. (Larsen 2009:117). Dette samsvarer til dels med den mest utbredte bruken av manganholdig malm i Norge som er ca. 1000-1300 e. Kr. (rapport Jouttijärvi 2016:8). Innholdet av mangan i slagget ses som en indikasjon på kontakt med Gausdal (Larsen 2009:117). Det lange dateringsspennet mellom de ulike lokalitetene indikerer derfor at teknologien og utvekslingen vedvarer gjennom store deler av jernalderen, og inn i middelalder.

Hedmark er imidlertid kjent som et av områdene for tidlig jernvinne (fase I) i Norge, spesielt de mer sentrale jordbruksstrøkene i fylket slik som Åker i Hamar, Valum i Vang,

og By i Løten, og nå også Børstad i Hamar (Risbøl 1997, Larsen 2009:116, Rundberget 2015:4). Funnene har ofte vært knyttet til dyrket mark, og de viser til at produksjonen trolig har vært en del av den ordinære aktiviteten på mange jernaldergårder, men da først og fremst de eldste og største (Rundberget 2015:4). I middelalder blir aktiviteten lokalisert langt ute i utmarka.

I tilfellet Børstad viser det fremkomne materialet at jernvinneaktiviteten også omfattet primær og sekundærsmiing. Denne delen av prosessen forekommer etter at råjernet (luppen) er tatt ut av ovnen. Luppen er på dette tidspunktet fortsatt beheftet med litt slag. Jernet må derfor renses/videreforedles for å gjøre jernet smiebart. Når luppen tas ut av ovnen er den svært varm, og forsiktig hamring får slag til å løsne. I tillegg brukes ofte en esse som kan varme luppen som også må hamres mot et fast underlag, gjerne en stein. Denne prosessen betegnes som primærsmiing. Etter primærsmiing kan jernet smis ut til barrer, som igjen er utgangspunktet for smiingen av redskaper. Denne prosessen betegnes som sekundærsmiing (prinsippene er hentet fra Espelund 2005 og Voss 1993:101-102).

Det ble påvist hammerskall og slagpperler i ovnen, spesielt fra jordprøve tatt fra nedre del av strukturen. Skall og perler er avfall som oppstår under smiing, og i tilfellet Børstad har analyse konstatert at slagget stammer fra både primær og sekundærsmiing. Det betyr at jernvinneaktiviteten på feltet må ha omfattet flere strukturer fordi smiing kan ikke ha foregått i ovnen, i hvert fall ikke sekundærsmiing. Dette betyr at fyllet i ovnen må representere avfall som har blitt sopt/deponert i ovnen under opprydding. Det sannsynliggjør at smieaktiviteten må ha funnet sted i nærområdet til ovnen, og trolig like etter at jernet var blitt tatt ut. Det er i tillegg sannsynlig at strukturen forbundet med smieaktiviteten har omfattet en esse, endog spor etter denne ble ikke funnet under utgravningen. Det ble derimot påvist spor etter andre gangs oppvarming av noen av slagglumpene fra ovnen, som trolig har foregått i en esse. Ovnen ble avdekket ca. 7 meter fra feltkanten, og det er mulig at en eventuell esse har ligget utenfor utgravningsområdet. En annen forklaring er at sporene er blitt utvisket over tid eller ble fjernet med matjorden under avdekking. En esse omfatter ofte kun ett lag med kull og enkelte varmepåvirkete stein, og er derfor svært utsatt for ødeleggelse av plog eller liknende. De kan også forveksles med kokegroper, men på Børstad ble alle fremkomne kokegroper undersøkt, og ingen inneholdt spor etter smiing, i tillegg er flere radiologisk datert til en senere aktivitetsperiode.

Fase 2: kokegropaktivitet i yngre romersk jernalder – folkevandringstid på Børstad

Det ble avdekket 20 kokegroper under utgravningen. Størst konsentrasjon var i sørøst, men de lå også spredt langs store deler av feltets sørlige avgrensning. Enkelte av strukturene ble påvist inntil sørøstlig plangrense, noe som indikerer at aktiviteten trolig har fortsatt i den retning mot et høyere platå på jorden. Kokegropene varierte en del i form og størrelse både i plan og profil. De fleste var ovale eller runde, men fire var kvadratisk eller rektangulære. Syv av strukturene hadde liten utstrekning og er derfor betegnet som bunn eller rest av kokegrop. Ulikhetene i form og utstrekning kunne indikere at kokegropene stammet fra ulike aktivitetsfaser. Radiologiske dateringer har derimot vist at kokegropene stammer fra en kontinuerlig og jevn aktivitetsfase som har strukket seg fra yngre romersk jernalder til folkevandringstid.

Kokegroper blir ofte tolket som spor etter bosetning fordi de generelt blir forbundet med "tørrkoking" av mat. Dette har blitt gjort ved at gropen er blitt fylt med ved og stein til et bål, slik at steinen blir oppvarmet. Deretter har maten blitt pakket inn og lagt blant steinene og gropen ble deretter dekket av torv. Steinen som magasinerer varmen fra bålet koker som en kokekasse. Som sådan har tilberedning av maten i kokegroper både vært fysisk og tidsmessig krevende, det er derfor sannsynlig at denne formen for matlagning ikke var hverdagslig. Sannsynligvis var kokegropen forbeholdt spesielle anledninger av sosial, politisk eller rituell karakter hvor tilberedning av mat har vært sentralt (Gjerpe 2008, Bukkemoen & Simonsen 2009:129). I flere av de norrøne sagaene nevnes ordet "*seyðir*" som trolig samsvarer med kokegrop. I følge kildene kunne menneskene fra et område gå sammen og ofre eller blote husdyr og annen mat (Narmo 1996:92-94).

Foruten kokegroperne ble det ikke avdekket andre spor etter bosetning innenfor utgravningsområdet. Beliggenheten til noen av strukturene inntil feltkanten tilsier derimot at aktivitetsområdet ikke ble fullstendig avgrenset, og eventuelle øvrige bosetningsspor kan ligge utenfor plangrensene. En annen mulighet er at kokegroperne burde knyttes til gravene på id70999, som lå like vest for pumpestasjonen.

Id70999 omfatter minst ni gravhauger, men også flere ulike kulturminner slik som tufter, rydningsrøyser m.m. Dette vitner om stor forhistorisk aktivitet i området, og som sådan er det naturlig å tenke seg at kokegroperne er forbundet med denne. Det ble derimot ikke avdekket kokegroper ved feltets vestlige avgrensning. I stedet viste deres distribusjon en orientering mot sørøst, som var i motsatt retning i forhold til gravfeltet, og kan indikere en forbindelse til en eventuell bosetning. Kokegropernes distribusjon kan imidlertid være delvis misvisende. Utgravningen påviste tydelig at matjorden og deler av undergrunnen tidligere var blitt skavet av i vest, og eventuelle kokegroper (øvrige strukturer) kan ha blitt fjernet samtidig.

Det er også vanskelig å forbinde kokegroperne og gravene m.m. på grunnlag av dateringer. Dette er fordi id70999 ikke tidligere er undersøkt foruten en rydningsrøys datert til nyere tid (Gundersen 2012). I tillegg er det innlevert et gravfunn, C23251, til KHM, fra Børstad, som er datert til vikingtid. Disse dateringene viser da til en aktivitet som er en god del yngre enn kokegroperne, men deres antall er for lite til å være representativt av en så stor og variert lokalitet. Som sådan er det sannsynlig at id70999 omfatter flere aktivitetsfaser. Dateringene av kokegroperne bør trekkes frem spesielt da de tydelig viser en konsentrasjon til romertid og folkevandringstid, og et klart brudd eller avslutning på midten av 500-tallet. Omkring 536 skjer store samfunnsmessige endringer og trolig finner det sted en omorganisering av kulturlandskapet og gårdsstrukturene. Det ser i en slik sammenheng ut til at dette stedet på Børstad, hvor undersøkelsen foregikk, forlates. Gravfunn fra vikingtid viser imidlertid at det trolig er gårdsbosetning på Børstad også i vikingtid, men at aktivitetene flyttes et annet sted. Kanskje til der tunområdet er i dag?

8 SAMMENDRAG

I forbindelse med utvidelse og ombygging av Børstad vannpumpestasjon i Hamar kommune, utførte KHM en arkeologisk utgravning i dyrket mark på gården Børstad i mai



2015. Planområdet lå like nordøst for Hamar sentrum i et rikt kulturlandskap bestående av dyrket mark, gamle gårdstun og anlegg, samt ulike kulturminnelokaliteter, i tillegg til moderne småhusbebyggelse.

Under utgravningen ble det maskinelt avdekket ca. 1285 m². Det ble til sammen nummerert 23 strukturer, hvorav en jernvinneovn, en nedgravning med slaggførende lag, 20 kokegroper og en kullflekk. Det foreligger elleve radiologiske dateringer. Disse fordeler seg innenfor toaktivitetsfaser. Ovnene og nedgravningen med slaggførende lag er datert til 350-45 f. Kr. som tilsvarer førromersk jernalder. Kokegropene er datert til 260-540 e.Kr. som tilsvarer yngre romersk jernalder – folkevandringstid.

Ovnene er en slagggropovn/sjaktgropovn fra jernvinneaktivitet innenfor fase 1 i Norge. Nedgravningen er tolket som anlagt i forbindelse med uttaket av jernet fra ovnen. Under utgravningen ble det påvist et forkullet lag av organisk stråbasert materiale i ovnen og analyse har påvist at dette er lin. Funnet er hittil ukjent i norsk, og trolig dansk, materiale. Børstad-ovnen kan imidlertid sammenliknes med de danske *Snorup* eller *Drengsted* ovnene som bruker en propp av halm eller lyng som en del av konstruksjonen. Dette er et trekk kun påvist en gang i Norge på By/Englaug i Løten, Hedmark. Både ovnen på Børstad og By har dateringer som er en god del eldre enn det som er vanlig i Danmark.

Det er påvist høyt innhold av manganoksid i slagget fra Børstad, noe som er mer for slagget fra det Nordeuropeiske lavlandet. Samme type slagget er imidlertid blitt funnet tidligere på tre lokaliteter i Oppland fylke. Alle disse lokalitetene har en beliggenhet i nærheten av, eller ved, vannveier som renner ut i Mjøsa.

Analyse av jordprøver fra ovnen påviste i tillegg hammerskall og slagggerler med spor av både primær og sekundærsmiing. Smieaktiviteten ble ikke påvist arkeologisk i felt, men funnene i ovnen tilsier at den må ha forekommet ikke langt fra ovnen. Undersøkelse av kokegropene på feltet, samt radiologiske dateringer har fastslått at ingen av disse var knyttet til jernvinneaktiviteten på Børstad.

9 LITTERATUR

Berge, S.L. og J.H. Larsen 2011: *Rapport arkeologisk utgravning. Jernvinneanlegg og kullgroper. Li søndre 27/17, Øyer kommune, Oppland*. Upublisert rapport i KHMs saksarkiv (ref. 2009/9325).

Brodshaug, E. 2015: *Rapport fra arkeologisk registrering i forbindelse med utvidelse av Børstad pumpestasjon*. Upublisert registreringsrapport i KHMs saksarkiv (ref. 2015/1191).

Eggen, I.M., J. Johansson og O.C. Lønaas 2010: *Rapport arkeologisk utgravning. Bosetnings- og dyrkningsspor. Gryte store 20/1, Omland 20/53, Klokkegården 24/1*.

Haug 25/1, Gjøvik kommune, Oppland. Upublisert rapport i KHMs saksarkiv (ref. 2009/3032).

Espelund, Arne 2005: *Bondejern i Norge*. Ny, utvidet utgave (se Espelund 1999). Arketype forlag. Trondheim.

Gundersen, I.M. 2012: *Rapport arkeologisk utgravning. Kokegroper og rydningsrøys. Tomelstad, 6/1 og Storhamar, 1/2215, Hamar kommune, Hedmark*. Upublisert rapport i KHMs saksarkiv (ref. 2008/13829).

Jouttijärvi og Voss 2013: *Drengsted/Scharmbeck slaggegrube ovnen i Danmark og i Skandinavia*. I Rundberget, B., J.H. Larsen og T.H.B. Haraldsen (red.): *Ovnstypologi og ovnskronologi i den nordiske jernvinna. Jernvinna i Oppland*. Symposium på Kittilbu, 16-18 juni 2009. (s.83-92). Portal forlag. Oslo

Larsen, J.H. 2009: *Jernvinneundersøkelser. Faglig program. Bind 2. Varia 78*. Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.

Larsen, J.H. 2013: *Ovner slaggegrube i sydøst-Norge-400 BC-AD 800-likheter og forskjeller*. I Rundberget, B., J.H. Larsen og T.H.B. Haraldsen (red.): *Ovnstypologi og ovnskronologi i den nordiske jernvinna. Jernvinna i Oppland*. Symposium på Kittilbu, 16-18 juni 2009. (s.59-72). Portal forlag. Oslo

Risbøl, O. 1997: *Arkeologi i vegen. Om de nyere arkeologiske undersøkelsene på Englaug og By i Løten*. Lautin 1997, 7-23.

Rundberget, Bernt 2015: *Prosjektplan. Undersøkelse av bosetnings/aktivitetsområde id 178767. Utvidelse og ombygging av Børstad vannpumpestasjon. Børstad, 8/1, Hamar kommune, Hedmark*. Upublisert prosjektbeskrivelse i KHMs saksarkiv (ref. 2015/1191).

Sandnes, J & O. Stemshaug 1976: *Norsk stadnamleksikon*. Oslo. Det Norske Samlaget.

Storrusten, E.M. og J.H. Larsen 2009: *Rapport arkeologisk utgravning. Jernvinneanlegg. Smieplass. Holen 131/1, Gausdal kommune, Oppland*. Upublisert rapport i KHMs saksarkiv (ref. 2008/13133).

Voss, Olfert 1991: *Jernproduktionen i Danmark i perioden 0-550 e.Kr.* I Fabech, C. og J. Ringtvedt (red.) *Samfundsorganisation og Regional Variation. Norden i romersk jernalder og folkevandringstid*. Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter XXVII, s.171-341. Aarhus.

Voss, Olfert 1993: *Snorup. Et jernudvindingsområde i Sydvestjylland*. Nationalmuseets Arbejdsmark, s.97-111.

10 VEDLEGG

10.1 STRUKTURLISTE

Anr	Strukturtype	Form flate	Bredde	Lengde	Fotonr_	Dybde	Bunn profil	Sider profil	Beskrivelse
201	Kokegrop	kvadratisk	165	150	26-28, 81	68	avrundet	buete	Klart avgrenset i plan, men skåret av kokegrop A241 i vest. I plan fremstod strukturen som kvadratisk med avrundede hjørner. Avgrensning var klart markert med rødbrun, brent silt/sand. I tillegg kullrand i nord. Sentralt stod det en stor stein ca. 60x50 cm omringet av noen nevestore stein, hvorav enkelte varmepåvirket. Fyllet i plan var grågul, litt leirete sand, iblandet litt grus og enkelte kullspett. Profilet viste klart at nedgravningen var skåret av kokegrop A241 i vest. Øvre del av gropen var fylt med tilnærmet lik steril undergrunnsmasser av lys grågul, litt leire sand, grus og stein og enkelte spett av kull, lag 1. Deretter fulgte kompakte lag med varmepåvirket stein. Nedgravningen var klart avgrenset i profil av kullag, samt rødbrunt sand. I østlig halvdel viste imidlertid profilet flere lag bestående av brutte kullag, rødbrunt sand og sammenblanding av lag 1, kull, humus og varmepåvirket stein. Dette viser trolig til at gropen er flerfasert, og er tømt og fylt flere ganger. Kullprøve er tatt fra nederste kullrand.
241	Kokegrop	rektangulær	159	193	26-28, 80	35	flat	skråe	(Nr. 2 under registrering.) I plan var strukturen tilnærmet rektangulær med avrundede hjørner. Avgrensning var litt utflytende mot øst hvor nedgravningen tydelig skar kokegropen A201. Øvrig avgrensning bestod delvis av svart kullrand som var klar mot undergrunn. Fyll forøvrig bestod av gråsvart kullstøv blandet med sand, litt grus og humus og mye tettpakket, varmepåvirket stein. Profilet viste klart at strukturen skar kokegropen A201, og nedgravningen var klart avgrenset mot undergrunnen av kullrand. Kullprøve ble tatt fra rand.
277	Kokegrop	ujevn	100	130	49-50, 51-52	20	skrå	ujevne	Klart avgrenset mot undergrunnen i plan og profil. Omfattet hovedsakelig gråsvart, sandholdig kull, iblandet litt grus og flere varmepåvirket stein av ulik størrelse. Kullprøve ble tatt ut under snitting.
303	Kokegrop	kvadratisk	96	96	48, 57-59	24	avrundet	buete	Klart avgrenset mot undergrunn i plan og profil. Fyll i toppen bestod av mørk gråbrun, humus -og kullholdig sand iblandet litt grus. Svært tykk kullrand avgrenset strukturen i profil. Gropen var tettpakket med varmepåvirket stein.
325	Kokegrop	rektangulær	65	190	70-71	22	flat	buete	Klart avgrenset i plan og profil. Bestod av gråsvart litt humusholdig sand og grus, iblandet kull og varmepåvirket stein. I profil var strukturen avgrenset av kullag og rødbrunt, sand. Kullprøve ble tatt ut under snitting.
353	Kullflekk	oval	37	44					Ikke snittet. Bestod av kullblandet undergrunn (sand og grus).
366	Kokegrop	rund	60	63	78, 86	10	avrundet	ujevne	Bunn kokegrop. Klart avgrenset mot undergrunn i plan og profil. Bestod av sandblandet kull, iblandet nevestore, varmepåvirket stein. Kullprøve tatt ut under snitting.
382	Kokegrop	rund	63	71	75, 77	10	flat	ujevne	Bunn kokegrop. Klart avgrenset i plan og profil. Bestod av sandblandet kull, iblandet nevestore,

Anr	Strukturtype	Form flate	Bredde	Lengde	Fotonr_	Dybde	Bunn profil	Sider profil	Beskrivelse
									varmepåvirket stein. Kullprøve tatt ut under snitting.
398	Kokegrop	oval	80	100	112, 121	24	spiss	skråe	Lå i øvre (NØ) del av grunt søkk med sedimentert undergrunn. Delvis uklart avgrenset i plan mot ø p.g.a. mørk våtmarksundergrunn. Klart avgrenset i profil. Bestod av gråsvart, meget humusholdig sand og grus, blandet med kull og flere varmepåvirket stein. Kullag og varmepåvirket stein avgrenset strukturen i bunn av profil. Kullprøve ble tatt ut under snitting.
418	Kokegrop	oval	40	50	43-44, 46-47	15	ujevn	skråe	(Nr. 6/ovn under registrering). Strukturen ble avdekket i SØ ende av "våtmarksområdet". Kokegropen var blitt anlagt inntil en stor stein, ca. 40x40 cm, og lå blant en stor ansamling av naturlig deponerte stein. Strukturen var litt utdratt p.g.a stein ble delvis forflyttet under avdekking. Kokegropen var imidlertid klart avgrenset mot undergrunn i plan og profil. Den bestod av gråsvart, sandholdig kull, iblandet litt grus, og enkelte nevestore varmepåvirket stein. En Kullprøve ble tatt under snitting.
438	Kokegrop	oval	46	64	37-38, 42	4	avrundet	skråe	(Nr. 5/ovn under registrering). Bunn kokegrop/kullflekk. Klart avgrenset mot undergrunn i plan og profil. Snitting viste at strukturen bestod av et tynt lag, gråsvart sandholdig kull, iblandet litt grus og små, varmepåvirket stein. Det ble ikke tatt ut prøve.
454	Kokegrop	oval	20	40	39, 40	1		ujevne	Bunn kokegrop/kullflekk. Klart avgrenset mot undergrunn i plan og profil, men bestod kun av et tynt lag sandholdig kull, blandet med noen nevestore, varmepåvirket stein. Ingen prøve tatt.
465	Kokegrop	oval	100	110	29-30, 34-36	30	ujevn	skråe	Klart avgrenset mot undergrunnen i plan og profil. Mørk gråbrunt/svart fyll bestående av kullholdig sand og litt grus, iblandet noe humus, og tettpakket med varmepåvirket stein. Tydelig kullrand i bunn avgrenset strukturen i profil. Rødbrent, varmepåvirket sand avgrenset sidekantene.
490	Avskrevet								
501	Kokegrop	oval	58	74	125, 135	12	avrundet	buete	(Nr. 1 under registrering.) Kokegropen lå blant en avlang ansamling av naturlig deponert stein nord på feltet. Klart avgrenset mot undergrunnen i plan og profil. Omfattet brunsvart, sandholdig kull, iblandet litt grus og humus, samt flere varmepåvirket stein av ulik størrelse. Kullprøve ble tatt ut under snitting.
517	Avskrevet								
547	Kokegrop	oval	90	106	64, 76	21	flat	ujevne	Strukturen lå delvis i sedimentert undergrunn og var på grunn av dette vanskelig å avgrense mot ø. Østlig del av kokegropen bar preg av å være delvis fylt med svært humusholdig/organisk masse blandet med sand, litt grus og kull. Vestlig del var mer gråsvart og mer kullholdig. Varmepåvirket stein var godt synlig i begge halvdelene. I profil var det vanskelig å skille kokegrop fra våtmarksmasser, men det var tydelig at gropen var skåret ned i massene. Bunnen av strukturen og vestlig sidekant var klart avgrenset mot gulbrun morene. Strukturen var tettpakket med varmepåvirket stein, og kullrand var godt synlig kun i vestlig sidekant og delvis mot øst. I likhet med plan var fyllet i gropen mer kullholdig i vest, og mer humusholdig/organisk i øst. En kullprøve ble tatt fra under varmepåvirket stein under snitting.
568	Avskrevet								(Nr. 13 under registrering).
592	Ovn	rund	80	80	111-112,	60	flat	ujevne	(Nr. 9/ovn under registrering). Ovnen ble snittet av fylkeskommunen før utgravningen tok til. Form og

Anr	Strukturtype	Form flate	Bredde	Lengde	Fotonr_	Dybde	Bunn profil	Sider profil	Beskrivelse
					130-131, 138-145				<p>mål som er angitt for strukturen i plan er der beskrevet og innmålt av fylkeskommunen under registrering. Under utgravningen ble strukturen formgravd og tømt, og det ble tatt ut flere naturvitenskapelige prøver fra de ulike lagene i ovnen (jmf. lagbeskrivelse nedenfor), samt et utvalg av slagg, F964, og brent/sintret leire, F965. Under tømning av fylkeskommunens snittegrop ble det påtruffet et lag med slagg på motsatt side av ovnens profil. Nærmere undersøkelse påviste at snittegropa hadde skåret gjennom en nedgravning A917 som har ligget inntil/overlappet ovnen A592. Under utgravningen fremstod strukturen som en halvert, oval, 82x54 cm, nedgravning bestående av klart avgrenset, mørk gråbrun/brunsvart humusholdig sand og litt grus, iblandet kull og flekker med rødbrunt silt og leire. Enkelte drøye nevestore stein var synlig i overflaten. Disse lå sentralt i strukturen ved profilet, noen var varmepåvirket. Nedgravningen var godt synlig mot undergrunnen i profil og målte 60 cm dyp. Bunn var flat og avgrenset av et kullag, sidekantene var begge hovedsakelig avgrenset av rødbrunt undergrunn (sand/silt), men hadde delvis ulik form. I nord fremstod sidekanten som lett buet, men i sør var sidekanten skrå foruten mot bunn hvor den buet ut ca. 5 cm mot sør. I de øvre ca. 20 cm, sentrale deler av profilet, var det flere synlig stein, 20-10 cm store, hvorav enkelte varmepåvirket. Biter av slagg, samt brent/sintret leire stakk ut av store deler av profilet. Til sammen ble det påvist åtte lag i strukturen under utgravningen i plan og profil; Lag 1: Øvre, ca. 0-20 cm, sentrale deler av struktur. Gråsvart, fet, kull -og humusholdig sand og litt grus. Flekkvis spettet med rødbrunt leire og silt. Stein mellom 20-10 cm store ble påtruffet i laget, hvorav noen var tydelig varmepåvirket og de øvrige kun lettere sådan. Lag 2: Hovedfyll, påtruffet rundt og under lag 1. Klebrig og kompakt, mørk grå/rødbrun, humusholdig sand og grus, iblandet kull og flekker med rødbrunt leire. Det ble påtruffet biter av slagg og sintret leire i hele laget, men konsentrasjonen av spesielt slagg ble større mot bunn av laget ca. 40-50 cm ned. En jordprøve, PJ966, ble tatt i øvre, sentrale deler av laget ca. 25-30 cm. Lag 3: Avgrenset sidekantene. Rødbrunt undergrunn (sand). Lag 4: Under, samt til siden for lag 2 i sør. Brunsvart, fet, humusholdig sand og litt grus, iblandet mye kullstøv. Store konsentrasjoner med slagg, særlig mot sidekantene. I tillegg flere biter brent/sintret leire. En jordprøve, PJ967, ble tatt i sentrale deler av laget, ca. 50-55 cm ned. Lag 5: Under lag 4. Fet/klebrig, gråsvart, forkullet halm, iblandet litt silt. Laget var kun synlig i nordlig del av profil, men ble påtruffet i hele flaten i plan, 50x45 cm i utstrekning, mellom 2-6 cm tykt. (Laget ble ikke påvist i sidekantene). Delvis uklar avgrensning mot lag 4 p.g.a. stor konsentrasjon av slagg, men klart avgrenset mot lag 6 under. En jordprøve/kullprøve, PK983, ble tatt i sentrale deler av laget, i tillegg til en mikromorfologisk prøve, MX984. Lag 6: Under lag 5. Gråbrun humusholdig, sand/silt og litt grus. Iblandet litt gulbrun moren, og enkelte mindre biter slagg. Lag 7: I overkant av tynt kullag i bunn. Rødbrunt silt. Lag 8: Avgrenset bunn. Gråsvart trekullag. I plan ble det påtruffet varmepåvirket oransjegul, undergrunnsleire sentralt i bunn av laget. En kullprøve fra laget ble tatt av fylkeskommunen. Denne bestod av forkullet furu og ble radiologisk datert til 180-40 f.Kr og 5-0 f.Kr. Under utgravningen ble det også tatt ut en kullprøve, PK971. Lag 9: Øvre sjikt. Grågul morene undergrunn. Lag 10: Nedre sjikt. Lys grågul kompakt leireholdig silt. Utgravning i plan, (tømning), av strukturen avdekket at</p>

Anr	Strukturtype	Form flate	Bredde	Lengde	Fotonr_	Dybde	Bunn profil	Sider profil	Beskrivelse
									nedgravningens dypeste punkt lå litt vest og sør for profilet. Det vil si at strukturen var trolig snittet ca. 15 -20 cm øst for midten. Mot bunn av strukturen ble bredden tilsynelatende større enn det synlig i profil, som vil si at nedgravningen omfattet en delvis omvendt traktform. Det er imidlertid usikkert om denne utvidelsen av bredden var intensjonell eller tilfeldig.
603	Kokegrop	oval	72	87	31-32	13	avrundet	buete	(Nr. 10 under registrering). Strukturen lå inntil tre store, flate stein i V. Disse hadde imidlertid ingen spor etter bruk eller varmepåvirkning. Strukturen var klart avgrenset i plan og profil. Den bestod av gråsvart, kullholdig sand, iblandet litt grus og en del varmepåvirket stein. I profil var kokegropen avgrenset av en kullrand. Kullprøve ble tatt ut av randen.
623	Avskrevet								
635	Kokegrop	ujevn	50	80	66-69	10	flat	ujevne	Bunn kokegrop. Kokegropen var dekket av påfylte masser bestående av grus/pukk blandet med matjord. Strukturen hadde uklar avgrensning i plan, men var godt synlig mot undergrunnen, og så i profil. Den bestod av gråsvart, kullholdig sand og litt grus, iblandet små varmepåvirket stein. Det ble ikke tatt ut prøve da masser fra nyere tid hadde dekket strukturen som kan ha forurenset materialet under.
649	Kokegrop	ujevn	200	200	90-91, 113-116	70	skrå	skråe	(Nr. 8 under registrering). Svært ujevn i form, men klart avgrenset mot undergrunn i plan. Klart avgrenset i profil. Bestod av gråsvart, litt humusholdig sand og grus, iblandet mye kull. Flere nevestore, varmepåvirket stein synlig i overflaten. Strukturen var avgrenset i bunn av tykt kullag, samt rødbrent, varmepåvirket undergrunn som også var godt synlig i sidekantene. Det ble påtruffet tettpakket, varmepåvirket stein av stor og liten størrelse i store deler av kullaget. Kullprøve ble tatt ut under snitting.
687	Kokegrop	ujevn	45	74		4	flat	skråe	(Nr. 7/ovn under registrering). Bunn kokegrop/kullflekk. Ujevn i plan som om den var nedpløyd og utdratt, men klart avgrenset mot undergrunnen. Snitting viste at strukturen kun omfattet et tynt lag, sandholdig kull, iblandet litt grus og enkelt små, varmepåvirket stein. Ingen prøve ble tatt ut.
704	Avskrevet								
722	Avskrevet								
743	Avskrevet								
762	Avskrevet								
781	Kokegrop	rund	100	100	126-127	10	flat	skråe	(Nr. 3 under registrering). Lå i enden av våtmarksområdet i vest. Klart avgrenset mot undergrunnen i plan og profil. Omfattet fet, gråsvart, sandholdig kull, iblandet litt grus og humus, samt flere varmepåvirket stein av ulik størrelse. Kullprøve ble tatt ut under snitting.
917	Nedgravning	ujevn	80	280	94-106	55	ujevn	ujevne	Strukturen var ikke synlig i plan etter avdekking, men ble påtruffet under tømning av en snittegrop som var blitt gravd av fylkeskommunen i samband med undersøkelse av en ovn A592, (nr.9 under registrering). Nedgravningen ble først synliggjort av et lag med slagg som ble påtruffet mot bunn av snittegropa på motsatt side av ovnen profil. Nærmere undersøkelse påviste at snittegropa hadde skåret gjennom en nedgravning A917 som må ha ligget inntil/overlappet ovnen A592. Strukturen ble ikke synlig

Anr	Strukturtype	Form flate	Bredde	Lengde	Fotonr_	Dybde	Bunn profil	Sider profil	Beskrivelse
									<p>i plan før ca. 15-20 cm av undergrunnen ble gravd vekk. Nedgravningen fremstod da som avlang, orientert NV-SØ, avsmalnet mot SØ, samt ujevnt og til dels uklart avgrenset p.g.a. tilnærmet lik farge og innhold mellom undergrunnen og strukturens fyll. Nedgravningen ble formgravd i plan og fullstendig tømt. Med bakgrunn i det store innhogget fra snittegropa var det ikke mulig å etterlatte en gjennomgående profil i strukturen. Profilet ble imidlertid delvis dokumentert ved å måle nedgravningens form i profil og tykkelsen på fyllet ble dokumentert under utgravning. Undersøkelsen påviste at nedgravningen omfattet en oval grop med flat bunn og avrundet sidekant i nord, og en skrånende grøft/kanal i sør. Størst dybde mellom grop og grøft varierte henholdsvis mellom 54 og 21 cm. Fyllet i nedgravningen omfattet i hovedsak to lag; Lag 1: Hovedfyll fra topp til nesten bunn. Litt fuktig, tilsynelatende steril, grågul, grov morene som var iblandet litt humus. Laget var svært likt morenen rundt og var bakgrunnen til at nedgravningen hadde vært vanskelig å skille ut. Det ble tatt ut en jordprøve, PJ957, av laget. Lag 2: Avgrenset hele strukturens bunn. Grå/rødbrun grusholdig sand, iblandet litt kull, humus og flere biter av slagg og enkelte biter brent/sintret leire. Laget var tykkest, ca. 4-5 cm, i overgangen mellom grop og grøft/kanal. Det ble tatt ut jordprøver fra laget i gropa, PJ958 og grøft/kanal, PJ959. I tillegg ble det tatt ut en kullprøve, PK960, fra samme lag i bunn av gropa. Slagg og litt brent/sintret leire ble samlet fra gropa F963, overgangen mellom grop og grøft/kanal F962, samt øvre del av grøft/kanal F963. Lag 3: Stedvis ble det påtruffet rødbrent undergrunn inntil nedgravningens avgrensning.</p>
5529	Kokegrop	oval	70	80	119-120	24	flat	skråe	<p>(Nr. 4 under registrering). Plassert i grunt søkk med siltig, klebrig, sedimentert undergrunn. Klart avgrenset i plan og profil. Bestod av mørk brunsvart, humusholdig, litt grov silt, iblandet noe kull og varmepåvirket stein. Det var ikke et klart definert kullag i bunn, men flere varmepåvirket stein ble påtruffet under snitting. Kullprøve ble tatt ut under snitting.</p>

10.2 TILVEKSTTEKST, C59967/1-4

C59967/1-4

Kokegroplokalitet/Produksjonsplass (jernvinne) fra jernalder fra BØRSTAD av DISEN ØSTRE OG BØRSTAD (4/1), HAMAR K., HEDMARK.

Funnomstendighet: I forbindelse med utvidelse og ombygging av Børstad vannpumpestasjon utførte Kulturhistorisk museum en utgravning i perioden 11-28.05.2015. Planområdet lå i dyrket mark på gården Børstad, like NØ for Hamar sentrum. Hedmark fylkeskommune gjennomførte en arkeologisk forundersøkelse av planområdet i september 2014 (Brodshaug 2015). Ved KHM's undersøkelse ble det flateavdekket ca. 1285 m², og påtruffet 23 strukturer, hvorav en slagggropovn med forkullet lag av linstilker og frø, en nedgravning med slagg, 20 kokegroper og en kullflekk. Jernvinneaktiviteten er radiologisk datert til fase I. 13 vaskede kullprøver har gjennomgått detaljert vedartsanalyse ved Moesgård museum, i tillegg til en uvasket forkullet linprøve. Fire jordprøver, samt et utvalg av slagg er analysert av Arne Jouttijärvi ved Heimdal archaeometry. Ni kullprøver er radiologisk datert ved The Ångström Laboratory, Uppsala. Analyseresultat er vedlagt utgravningsrapport (Sæther 2016). Restmateriale er tilbakesendt KHM. Slagg er kassert foruten fragmentene som er analysert.

- 1) Fragmenter av **slagg**, hvorav 3 stk. er analysert. Fra jernvinneovn A592.
- 2) Fragmenter av **slagg**, hvorav 9 stk. er analysert. Fra nedgravning A917.
- 3) 19 **prøver, kull**, hvorav 14 er vedartsbestemt og 10 er radiologisk datert:
PK864, kokegrop A241: 10 stk. vedartbestemt til 4 yngre/eldre stammer av bjørk, 4 yngre gren av osp, 2 yngre stammer av furu.
PK865, kokegrop A201: 10 stk. vedartbestemt til 1 stamme, 9 gren av bjørk. Bjørk er datert: 1659±30 BP, 345-425 calAD (Ua-51917).
PK866, kokegrop A603: 10 stk. vedartbestemt til stamme/gren av bjørk som er datert: 1677±28 BP, 340-410 calAD (Ua-51918).
PK887, kokegrop A303: 10 stk. vedartbestemt til 7 stamme/gren av or, 3 stamme/gren av bjørk. PK888, kokegrop A547: 10 stk. vedartbestemt til 3 gren or, 2 gren or/bjørk, 2 gren selje/osp, 3 løvtre. Or er datert: 1586±29 BP, 420-540 calAD (Ua-51919).
PK901, kokegrop A325: 10 stk. vedartbestemt til 8 yngre gren bjørk, 2 stamme/gren furu. Bjørk er datert: 1605±29 BP, 410-540 calAD (Ua-51920).
PK905, kokegrop A366: 10 stk. vedartbestemt til 2 gren bjørk, 3 gren av osp. Osp er datert: 1686±29 BP, 260-410 calAD (Ua-51921).
PK910, kokegrop A649: 10 stk. vedartbestemt til 7 stamme/gren alm, 3 stamme/gren av lind. Lind er datert: 1689±29 BP, 260-410 calAD (Ua-51922).
PK960, nedgravning A917: 2 stk. vedartbestemt til eldre gren av furu som er datert: 2083±29 BP, 160-50 calBC (Ua-51923).
PK968, kokegrop A398: 10 stk. vedartbestemt til 9 gren av bjørk, 1 gren løvtre.
PK971, slagggropovn A592: 10 stk. vedartbestemt til gren av furu.
PK979, kokegrop A501: 10 stk. vedartbestemt til yngre gren av or som er datert: 1633±29 BP, 380-530 calAD (Ua-51924).
PK980, kokegrop A781: 10 stk. vedartbestemt til 3 yngre gren or, 6 stamme/gren selje/osp, 1 stamme/gren av bjørk. Or er datert: 1597±29 BP, 420-540 calAD (Ua-51925).
PK983, slagggropovn A592: 10 stk. linfrø, 2 korn av dyrket havre og ugressfrø. Linfrø er datert: 2140±30 BP, 350-110 calBC (Ua-51926).
- 4) 4 **prøver, annet**. Alle prøvene er jordprøver som er gjennomgått metallurgisk analyse:
PJ958, "bolle" i nedgravning A917: 3 stk. svært magnetiske slagg, 3 stk. malm.
PJ959, "sjakt" i nedgravning A917: 3 stk. slaggfragm. 3 stk. slagg/malm.
PJ966, øvre del av slagggropovn A592: 3 stk. slagg, 6 hammerskall og 3 slaggekuler.

PJ967, nedre del av slagdropovn A592: 14 hammerskall og 6 slaggekuler.

Orienteringsoppgave: Utgravningsområdet lå ca. 7 m Ø for pumpehuset, og var avgrenset i S av gammelt steingjerde som markerte bjørkealleen til Børstad gård.

Kartreferanse: *Projeksjon:* EU89-UTM; *Sone* 33, *N:* 6747267, *Ø:* 287436.

LokalitetsID: 178767.

Litteratur: Brodshaug, E., 2015: *Rapport fra arkeologisk registrering i forbindelse med utvidelse av Børstad pumpestasjon*. Upublisert registreringsrapport i KHM's saksarkiv (ref. 2015/1191).

Sæther, K., 2016: *Rapport arkeologisk utgravning. Jernvinneovn og kokegroper. Børstad, 4/1, Hamar kommune, Hedmark*. Upublisert rapport i KHM's saksarkiv (ref. 2015/1191).

10.3 PRØVER

10.3.1 KULLPRØVER, C59967/1

PK-nr.	Anr.	Uppsala labnr.	Strukturtype	Funnomstendighet	Vekt, gram	Tresort	Ukalibrert datering	Kalibrert datering 1σ (OxCal.)
863	465	-	Kokegrop		0,1	-	-	-
864	241	-	Kokegrop		2,1	10 stk= 4 yngre/eldre stammer bjørk, 4 yngre gren osp, 2 yngre stammer furu	-	-
865	201	Ua-51917	Kokegrop		6,5	10 stk= 1stamme, 9 gren bjørk	1659±30	345-425 e.Kr
866	603	Ua-51918	Kokegrop		0,5	10 stk= stamme/gren bjørk	1677±28	340-410 e.Kr
879	418	-	Kokegrop		0,1	-	-	-
880	277	-	Kokegrop		6,5	-	-	-
887	303	-	Kokegrop		1,4	10 stk= 7 stamme/gren or, 3 stamme/gren bjørk	-	-
888	547	Ua-51919	Kokegrop		1	10 stk= 3 gren or, 2 gren or/bjørk, 2 gren selje/osp, 3 løvtre	1586±29	420-540 e.Kr
901	325	Ua-51920	Kokegrop		5	10 stk= 8 yngre gren bjørk, 2 stamme/gren furu	1605±29	410-540 e.Kr
902	382	-	Kokegrop		0,1	-	-	-
905	366	Ua-51921	Kokegrop		0,2	5 stk= 2 gren bjørk, 3 gren osp	1686±29	260-410 e.Kr
910	649	Ua-51922	Kokegrop		18,5	10 stk= 7 stamme/gren alm, 3 stamme/gren lind	1689±29	260-410 e.Kr
960	917	Ua-51923	Nedgravning	Lag m/ slagg i bunn «bolle»	0,4	2 stk= eldre gren furu	2083±29	160-50 f.Kr
968	398	-	Kokegrop		0,4	10 stk= 9 gren bjørk, 1 gren løvtre	-	-
971	592	-	Jernvinne ovn	Trekullag i bunn	0,8	10 stk= gren furu	-	-
972	5529	-	Kokegrop		0,3	-	-	-
979	501	Ua-51924	Kokegrop		0,7	10 stk= yngre gren or	1633±29	380-530 e.Kr
980	781	Ua-51925	Kokegrop		17,7	10 stk= 3 yngre gren or, 6 stamme/gren selje/osp, 1 stamme/gren bjørk	1597±29	420-540 e.Kr
983	592	Ua-51926	Jernvinne ovn	Forkullet lag 7-10 cm fra bunn	0,3	Klump forkullede strå/stilk, frø, enkelte trekull og trekullstøv. 10stk=linfrø, 2 korn av dyrket havre, samt ugressfrø	2140±30	350-110 f.Kr

10.3.2 JORDPRØVER, C59967/4

Anr	Pnr	Strukturtype	Funnomstendighet	Analysert materiale
917	PJ957	Nedgravning	Øvre fyll	-
917	PJ958	Nedgravning	Lag m/ slagg i «bolle»	3 stk. svært magnetiske slagg, 3 stk. malm
917	PJ959	Nedgravning	Lag m/ slagg i «sjakt»	3 stk. slaggfragm. 3 stk. slagg/malm
592	PJ966	Jernvinne ovn	Lag 2 (øvre del av ovn)	3 stk. slagg, 6 hammerskall og 3 slaggperler
592	PJ967	Jernvinne ovn	Lag 2 og 4 (nedre del av ovn)	14 hammerskall og 6 slaggperler

10.3.3 UTVALG AV SLAGG

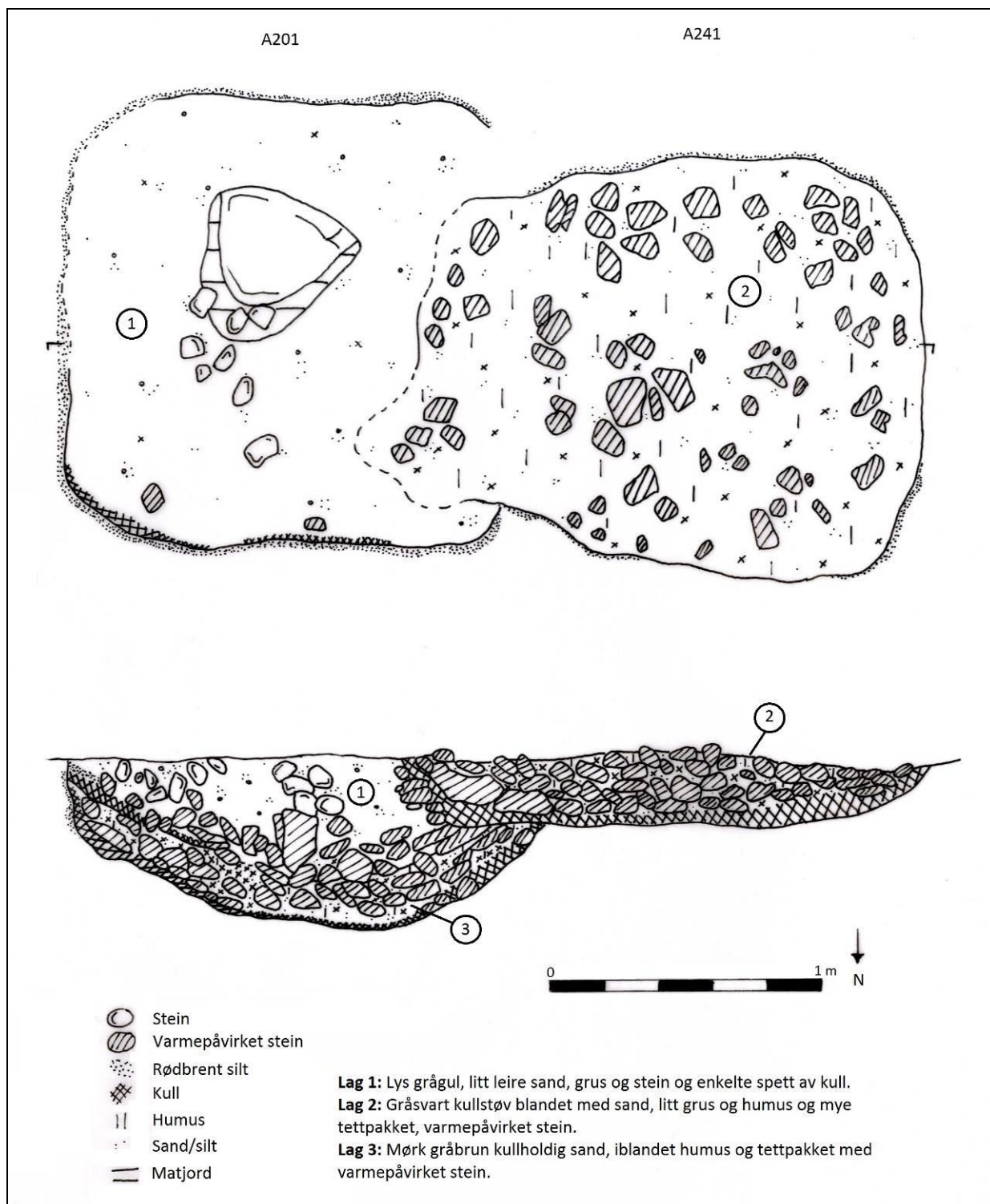
Anr	Fnr.	Strukturtype	Cnr	Funnomstendighet	Materiale	Materiale analysert
917	961	Nedgravning	Kassert	Lag m/ slagg i «sjakt»	Slagg og brent leire	-
917	962	Nedgravning	59967/2	Lag m/ slagg i overgangen mellom «bolle og sjakt»	Slagg	9 stk. slagg
917	963	Nedgravning	Kassert	Lag m/ slagg i «bolle»	Slagg og brent leire	-
592	964	Jernvinne ovn	Kassert	Utvalg fra hele struktur	Brent/sintret leire	-
592	965	Jernvinne ovn	59967/11	Utvalg fra hele struktur	Slagg	3 stk. slagg

10.3.4 MIKROMORFOLOGIPRØVE

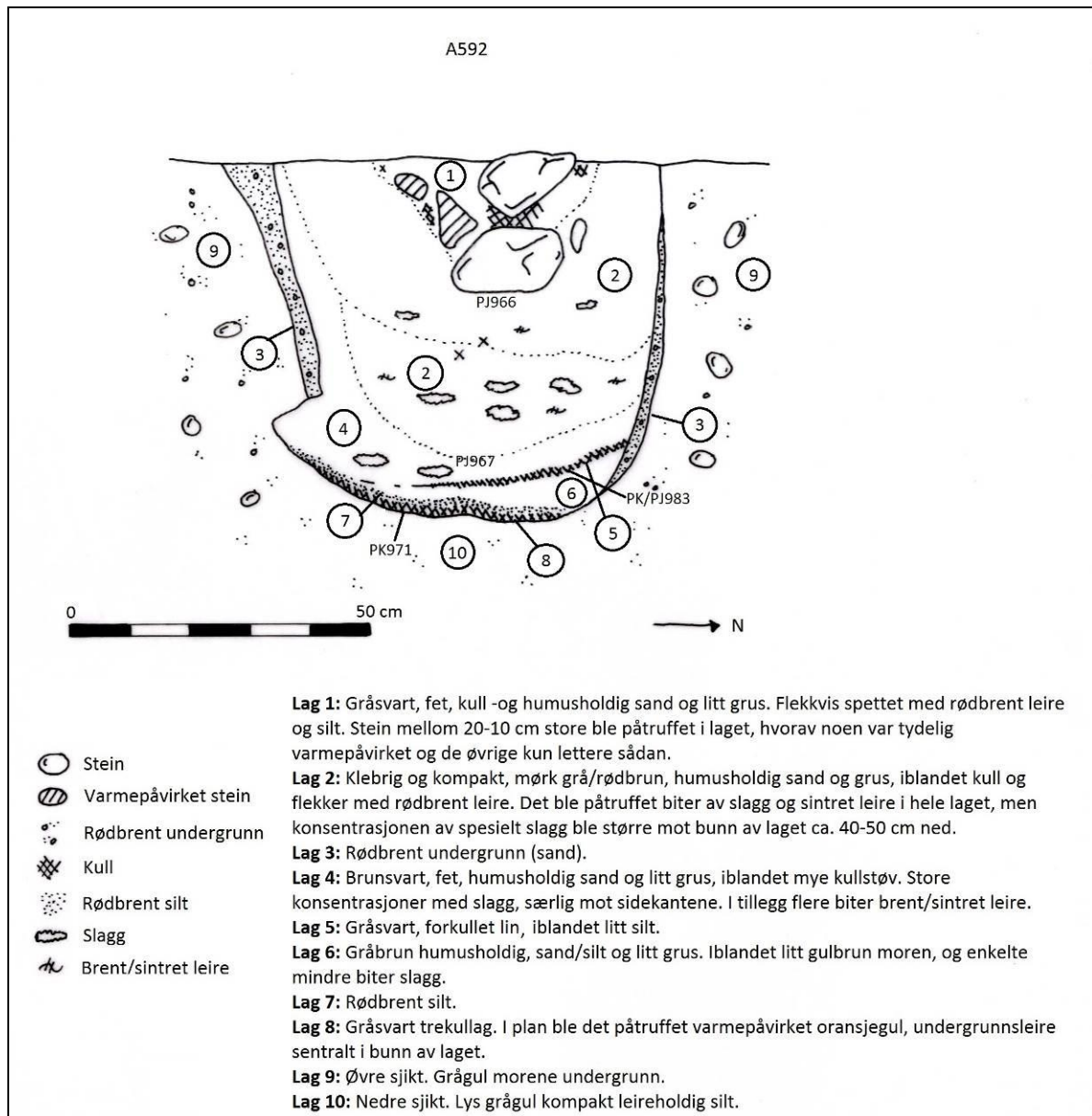
Anr.	MX.nr.	Funnomstendighet	Analyseresultat
592	MX984	Vannrett prøve fra forkullet linlag	Kassert

10.4 TEGNINGER

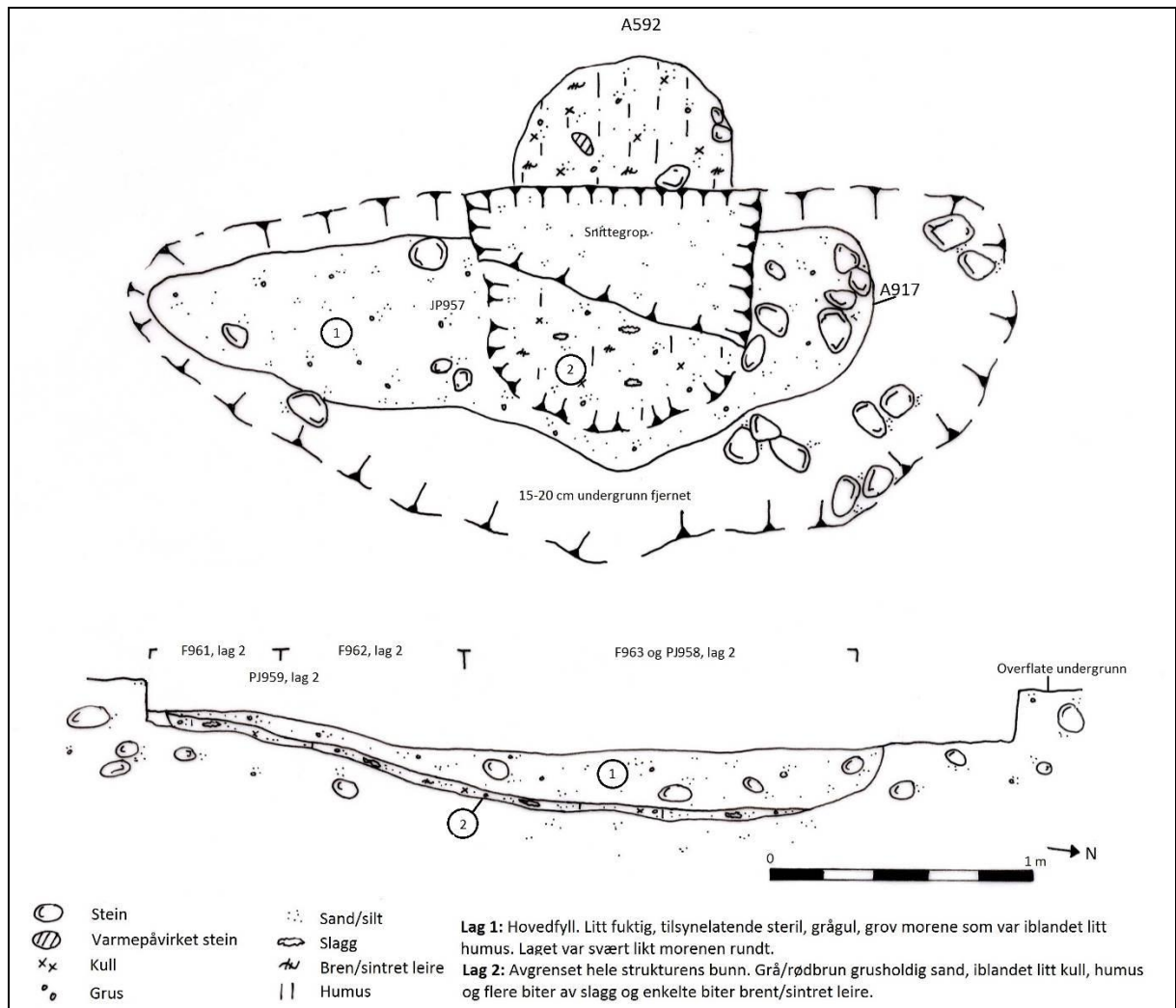
10.4.1 PLAN OG PROFIL KOKEGROPENE A201 OG A241



10.4.2 PROFIL SLAGGROPOVN A592



10.4.3 PLAN OG PROFIL NEDGRAVNING MED SLAGG A917



10.5 FOTOLISTE, CF34908

Filnavn	Motiv	Sett mot	Fotograf	Dato
Cf34908_01.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet før avdekking.	N	Sæther, Kathryn E.	11.05.2015
Cf34908_04.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet før avdekking.	V	Sæther, Kathryn E.	11.05.2015
Cf34908_06.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet før avdekking.	S	Sæther, Kathryn E.	11.05.2015
Cf34908_07.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet før avdekking.	Ø	Sæther, Kathryn E.	11.05.2015
Cf34908_10.JPG	Arbeidsbilde med maskin og feltpersonell.		Sæther, Kathryn E.	13.05.2015
Cf34908_11.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet etter avdekking.	N	Jessica L. McGraw	15.05.2015
Cf34908_14.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet etter avdekking.	NØ	Jessica L. McGraw	15.05.2015
Cf34908_15.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet etter avdekking.	SØ	Jessica L. McGraw	15.05.2015
Cf34908_17.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet etter avdekking.	SSØ	Jessica L. McGraw	15.05.2015
Cf34908_18.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet etter avdekking.	SSØ	Jessica L. McGraw	15.05.2015
Cf34908_20.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet etter avdekking.	S	Jessica L. McGraw	15.05.2015
Cf34908_22.JPG	Oversiktsbilde av utgravningsområdet etter avdekking.	V	Jessica L. McGraw	15.05.2015
Cf34908_26.JPG	Planbilde kokegrop A201 og A241.	V	Paul E. Pettersson	18.05.2015
Cf34908_28.JPG	Planbilde kokegrop A201 og A241.	SSØ	Jessica L. McGraw	18.05.2015
Cf34908_30.JPG	Planbilde kokegrop A465.	Ø	Paul E. Pettersson	18.05.2015
Cf34908_31.JPG	Planbilde kokegrop A603.	V	Sæther, Kathryn E.	18.05.2015
Cf34908_32.JPG	Profilbilde kokegrop A603.	V	Sæther, Kathryn E.	19.05.2015
Cf34908_36.JPG	Profilbilde kokegrop A465.		Paul E. Pettersson	19.05.2015
Cf34908_38.JPG	Planbilde kokegrop A438.	Ø	Sæther, Kathryn E.	19.05.2015
Cf34908_39.JPG	Planbilde kokegrop A454.	Ø	Paul E. Pettersson	19.05.2015
Cf34908_41.JPG	Planbilde kokegropene A201 og A241, formgravd 10-20 cm.	V	Jessica L. McGraw	19.05.2015
Cf34908_42.JPG	Profilbilde bunn kokegrop A438.	Ø	Sæther, Kathryn E.	19.05.2015
Cf34908_43.JPG	Planbilde kokegrop A418.	N	Paul E. Pettersson	19.05.2015
Cf34908_45.JPG	Planbilde kokegrop A687.	NV	Sæther, Kathryn E.	19.05.2015
Cf34908_46.JPG	Profilbilde kokegrop A418.	NØ	Paul E. Pettersson	19.05.2015
Cf34908_48.JPG	Planbilde kokegrop A303.	NV	Sæther, Kathryn E.	19.05.2015
Cf34908_49.JPG	Planbilde kokegrop A277.	V	Paul E. Pettersson	19.05.2015
Cf34908_52.JPG	Profilbilde bunn kokegrop A277.	V	Paul E. Pettersson	20.05.2015
Cf34908_54.JPG	Profilbilde av overlapp mellom kokegropene A201 og A241.	S	Jessica L. McGraw	20.05.2015
Cf34908_56.JPG	Planbilde av kokegrop A201 gravd ned til kullag.	S	Jessica L. McGraw	20.05.2015
Cf34908_59.JPG	Profilbilde kokegrop A303.	Ø	Sæther, Kathryn E.	20.05.2015
Cf34908_64.JPG	Planbilde kokegrop A547 som ligger delvis i "våtmark".	SØ	Sæther, Kathryn E.	20.05.2015
Cf34908_65.JPG	Oversiktsbilde av "våtmarksområdet".	V	Sæther, Kathryn E.	20.05.2015
Cf34908_67.JPG	Planbilde kokegrop A635.	N	Paul E. Pettersson	21.05.2015
Cf34908_68.JPG	Profilbilde kokegrop A635.	N	Paul E. Pettersson	21.05.2015
Cf34908_70.JPG	Planbilde kokegrop A325.	NV	Paul E. Pettersson	21.05.2015
Cf34908_75.JPG	Planbilde kokegrop A382.	ØNØ	Jessica L. McGraw	21.05.2015
Cf34908_76.JPG	Profilbilde kokegrop A547 som ligger delvis i "våtmark".	SØ	Sæther, Kathryn E.	21.05.2015
Cf34908_77.JPG	Profilbilde bunn kokegrop A382.	Ø	Jessica L. McGraw	21.05.2015
Cf34908_78.JPG	Planbilde kokegrop A366.	V	Jessica L. McGraw	21.05.2015
Cf34908_80.JPG	Profilbilde kokegrop A241.	SSØ	Jessica L. McGraw	22.05.2015
Cf34908_81.JPG	Profilbilde kokegrop A201.	SSØ	Jessica L. McGraw	22.05.2015
Cf34908_83.JPG	Profilbilde av kokegropene A201 og A241.	SSØ	Jessica L. McGraw	22.05.2015
Cf34908_85.JPG	Profilbilde kokegrop A325.	N	Sæther, Kathryn E.	22.05.2015
Cf34908_86.JPG	Profilbilde kokegrop A366.	NNØ	Jessica L. McGraw	22.05.2015
Cf34908_87.JPG	Oversiktsbilde av felt etter avdekking.	SØ	Sæther, Kathryn E.	22.05.2015
Cf34908_89.JPG	Oversiktsbilde av felt etter avdekking.	Ø	Sæther, Kathryn E.	22.05.2015
Cf34908_90.JPG	Planbilde kokegrop A649.	NV	Paul E. Pettersson	22.05.2015
Cf34908_93.JPG	Oversiktsbilde av området med (ikke synlig) nedgravning A917 etter rensing.	SSV	Sæther, Kathryn E.	22.05.2015
Cf34908_94.JPG	Planbilde av delvis utgravd nedgravning A917 v/ ovn A592.	S	Sæther, Kathryn E.	26.05.2015
Cf34908_96.JPG	Planbilde av delvis utgravd nedgravning A917 v/ ovn A592.	N	Sæther, Kathryn E.	26.05.2015
Cf34908_97.JPG	Planbilde av delvis utgravd nedgravning A917 v/ ovn A592.	V	Sæther, Kathryn E.	26.05.2015

Filnavn	Motiv	Sett mot	Fotograf	Dato
Cf34908_99.JPG	Planbilde av lag med slagg i nedgravning A917 v/ ovn A592.	N	Jessica L. McGraw	26.05.2015
Cf34908_100.JPG	Planbilde av lag med slagg i nedgravning A917 v/ ovn A592.	S	Jessica L. McGraw	26.05.2015
Cf34908_103.JPG	Formgravd nedgravning A917.	S	Sæther, Kathryn E.	26.05.2015
Cf34908_104.JPG	Formgravd nedgravning A917.	V	Sæther, Kathryn E.	26.05.2015
Cf34908_106.JPG	Formgravd nedgravning A917.	N	Sæther, Kathryn E.	26.05.2015
Cf34908_108.JPG	Profilbilde av ovn A592.	V	Sæther, Kathryn E.	27.05.2015
Cf34908_111.JPG	Profilbilde av ovn A592.	V	Sæther, Kathryn E.	27.05.2015
Cf34908_112.JPG	Planbilde kokegrop A398.	Ø	Sæther, Kathryn E.	27.05.2015
Cf34908_113.JPG	Profilbilde kokegrop A649.	V	Paul E. Pettersson	27.05.2015
Cf34908_117.JPG	Planbilde av sentralt plasserte steiner ca. 10 cm ned i ovn A592	Ø	Jessica L. McGraw	27.05.2015
Cf34908_119.JPG	Planbilde kokegrop A5529.	NØ	Paul E. Pettersson	27.05.2015
Cf34908_121.JPG	Profilbilde kokegrop A398.	Ø	Sæther, Kathryn E.	27.05.2015
Cf34908_122.JPG	Bilde av formgravd ovn A592 med enkelte flate stein ca. 30 cm ned.	Ø	Jessica L. McGraw	27.05.2015
Cf34908_123.JPG	Profilbilde kokegrop A5529.	Ø	Sæther, Kathryn E.	28.05.2015
Cf34908_125.JPG	Planbilde kokegrop A501.	S	Sæther, Kathryn E.	28.05.2015
Cf34908_126.JPG	Planbilde kokegrop A781.	S	Paul E. Pettersson	28.05.2015
Cf34908_130.JPG	In situ renneslagg over forkullet halmlag mot bunn av ovn A592.	V	Jessica L. McGraw	28.05.2015
Cf34908_131.JPG	In situ renneslagg over forkullet halmlag mot bunn av ovn A592.	V	Jessica L. McGraw	28.05.2015
Cf34908_133.JPG	Profilbilde kokegrop A781.	SV	Paul E. Pettersson	28.05.2015
Cf34908_135.JPG	Profilbilde kokegrop A501.	S	Sæther, Kathryn E.	28.05.2015
Cf34908_138.JPG	Detaljbilde av in situ forkullet halmlag mot bunn av ovn A592.	V	Jessica L. McGraw	28.05.2015
Cf34908_140.JPG	Oversiktsbilde av in situ forkullet halmlag mot bunn av ovn A592.	V	Jessica L. McGraw	28.05.2015
Cf34908_141.JPG	Vannrett mikromorfprøve i forkullet halmlag mot bunn av ovn A592.	V	Jessica L. McGraw	28.05.2015
Cf34908_142.JPG	Trekullag med brent undergrunnsleire i bunn av ovn A592.	V	Jessica L. McGraw	28.05.2015
Cf34908_143.JPG	Trekullag med brent undergrunnsleire i bunn av ovn A592.	S	Jessica L. McGraw	28.05.2015
Cf34908_144.JPG	Trekullag med brent undergrunnsleire i bunn av ovn A592.	S	Jessica L. McGraw	28.05.2015
Cf34908_145.JPG	Trekullag med brent undergrunnsleire i bunn av ovn A592.	NV	Jessica L. McGraw	28.05.2015

10.6 ANALYSERESULTATER

10.6.1 VEDART



Rapport vedr. detaljeret vedanatomet analyse, KHM 2015/1191 Børstad vannpumpestation (FHM 4296/1955)

Dato. 04/08 2015

Metode

De udvalgte træstykker identificeres under anvendelse af henholdsvis stereolup og mikroskop med op til 500 X forstørrelse. Der udplukkes tilfældigt 10 stykker til analyse, hvor dette er muligt. Herefter gennemses prøven, for at der kan dannes et generelt overblik over arts-sammensætningen. Der er udtaget en egnet ^{14}C -prøve fra hvert x-nummer, som er anbragt i en plastik-tut i en nummereret plastikpose. Alle ^{14}C -prøverne er med klips fikseret på deres oprindelige fundpose. De analyserede træstykkestykker er lagt i egen plastikpose og placeret inde i den oprindelige fundpose.

Vedr. udtagelse af prøver til ^{14}C

Egenalderen på et stykke trækul udtaget til kulstof-14 datering, er den alder det pågældende stykke trækul skønnes at have i forhold til træets fældningstidspunkt (Loftsgarde *et al* 2013). Alderen bedømmes ud fra årringsbredde og årringens krumning og afstand til bark, samt det generelle indtryk man får af prøvens andre træstykkestykker af samme art. Hertil kommer et generelt kendskab til den pågældende træarts normale livscyklus og veddets bestandighed. Bedømmelsen kan være meget subjektiv når det gælder stammeved. At der i dette tilfælde mangler bark på flere af de udtagne stykker kan have betydning for ^{14}C -dateringen. Der er i disse tilfælde udtaget prøvemateriale fra et stykke, hvor der er skåret et mindre antal årringe af. Hvor der er flere årringe i det udtagne stykke, er dette noteret.

Et problem vedr. dateringen af ældre stammeved, er muligheden for, at der er tale om træ, som kan have været dødt i meget lang tid. Hvis der er indsamlet træ som er dødt på indsamlingstidspunktet, dvs. at der ikke specifikt fældes træ beregnet på trækul fremstilling, men at træet sankes, så kan der være tale om endog meget gammelt træ. Thomas Bartholin har foretaget en undersøgelse af stående, døde furutræer i Hälsingland og det viste sig, at de i gennemsnit havde stået døde i over 250 år. Netop sådanne ældre træet findes rigeligt i naturskoven og er velegnede, hvis man vil have tørt ved. Knap så tørre er de døde stammer og grene, som allerede er væltet omkuld, men eksempler fra Lapland viser, at de kan være op til 1500 år gamle (Bartholin *et al*. 2003).

Derfor udtages, hvor det er muligt, ungt løvtræ, som alt andet lige har en hurtigere omsætning.

Afdeling for Konservering & Naturvidenskab, Moesgaard Museum, Moesgård Allé 15, 8270 Højbjerg, tlf. 87 16 25 47

Undersøgelsen

I det følgende gennemgås prøverne, S er stamme, ÆS er ældre stamme, YS er yngre stamme, G er gren, ÆG er ældre gren, YG er yngre gren og K er kvist. Grundlaget for inddelingen er forskelle i krumning og antal årringe pr. mm. Det må påpeges, at der er tale om et skøn.

PK 864, A241: Prøven består af vel 15 mellemstore-store stykker trækul og enkelte stykker bark.
Betula, bjørk, 4 stk: 9 YS/ÆG.
Populus, osp, 4 stk: 4 YG – Herfra udtaget 4 årringe fra en yngre gren til datering.
Pinus, furu, 2 stk: 2 YS

PK 865, A201: Prøven består af vel 30 store stykker trækul.
Betula, bjørk, 10 stk: 1 S, 9 G – Herfra udtaget 3 årringe fra en gren til datering.

PK 866, A603: Prøven består af vel 20 små til mellemstore stykker trækul.
Betula, bjørk, 10 stk: 10 S/G – Herfra udtaget 1 årring fra en stamme/gren til datering.

PK 887, A303: Prøven består af vel 15 små til mellemstore stykker trækul.
Alnus, or, 7 stk.: 7 S/G
Betula, bjørk, 3 stk: 3 S/G – Herfra udtaget 4 årringe fra en stamme/gren til datering.

PK 888, A547: Prøven består af vel 15 små til mellemstore stykker trækul og enkelte stykker bark.
Alnus, or, 3 stk.: 3 G – Herfra udtaget 2 årringe fra en gren til datering.
Alnus/Betula, or/bjørk, 2 stk.: 2 G
Salix/Populus, selje/osp, 2 stk.: 2 G
Løvtræ, 3 stk.: 3 G

PK 901, A325: Prøven består af vel 20 store stykker trækul.
Betula, bjørk, 8 stk: 8 YG - Herfra udtaget 3 yderste årringe fra en yngre gren til datering.
Pinus, furu, 2 stk: 2 S/G

PK 905, A366: Prøven består af 5 små stykker trækul.
Betula, bjørk, 2 stk: 2 G
Populus, osp, 3 stk: 3 G – Herfra udtaget 2 årringe fra en gren til datering.

PK 910, A649: Prøven består af vel 25 store til mellemstore stykker trækul.
Ulmus, alm, 7 stk: 7 S/G
Tilia, lind, 3 stk: 3 S/G – Herfra udtaget 3 årringe fra en stamme/gren til datering.

PK 960, A917: Prøven består af vel 2 mellemstore stykker trækul.
Pinus, furu, 2 stk: 2 ÆG - Herfra udtaget 4 yderste årringe fra en ældre gren til datering.

PK 968, A398: Prøven består af vel 10 små til mellemstore stykker trækul og trækulstøv.
Betula, bjørk, 9 stk: 9 G - Herfra udtaget 2 årringe fra en gren til datering.
Løvtræ, 1 stk: 1 G

PK 971, A592: Prøven består af vel 25 små stykker trækul og trækulsstøv. Samtlige stykker er præget af trykved.

Pinus, furu, 10 stk: 10 G - Herfra udtaget 2 årringe fra en gren til datering.

PK 979, A501: Prøven består af vel 20 små til mellemstore stykker trækul. Formentligt alle fra samme originalstykke. Dårligt bevaret.

Alnus, or, 10 stk: 10 YG - Herfra udtaget 3-4 årringe fra en yngre gren til datering.

PK 980, A781: Prøven består af vel 30 store til mellemstore stykker trækul.

Salix/Populus, selje/osp, 6 stk.: 6 S/G

Alnus, or, 3 stk: 3 YG - Herfra udtaget 3 årringe fra en yngre gren til datering.

Betula, bjørk, 1 stk: 1 S/G

PK 983, A592: Prøven består af en større klump af forkullet stængler, frø og enkelte stykker trækul og trækulsstøv.

Linum usitatissimum, hør – Herfra udtaget 10 stk. frø til datering.

Provenummer	StrukturID	Kontekst	<i>Alnus</i> , or	<i>Betula</i> , bjørk	<i>Pinus</i> , furu	<i>Populus</i> , osp	<i>Tilia</i> , lind	<i>Ulmus</i> , alm	<i>Salix/Populus</i> , selje/osp	<i>Alnus/Betula</i> , or/bjørk	Løvtræ
971	592	Jernvinne ovn	-	-	10	-	-	-	-	-	-
960	917	Nedgravning	-	-	2	-	-	-	-	-	-
864	241	Kokegrop	-	4	2	4	-	-	-	-	-
865	201	Kokegrop	-	10	-	-	-	-	-	-	-
866	603	Kokegrop	-	10	-	-	-	-	-	-	-
887	303	Kokegrop	7	3	-	-	-	-	-	-	-
888	547	Kokegrop	3	-	-	-	-	-	2	2	3
901	325	Kokegrop	-	8	2	-	-	-	-	-	-
905	366	Kokegrop	-	2	-	3	-	-	-	-	-
910	649	Kokegrop	-	-	-	-	3	7	-	-	-
968	398	Kokegrop	-	9	-	-	-	-	-	-	1
979	501	Kokegrop	10	-	-	-	-	-	-	-	-
980	781	Kokegrop	3	1	-	-	-	-	6	-	-
SUM			23	47	16	7	3	7	8	2	4

Tabel 1.

StrukturID	Kontekst	Provenummer	<i>Linum usitatissimum</i> , lin
592	Jernvinne ovn	983	>500

Tabel 2.

Kommentarer til undersøgelsen

Af tabel 1 fremgår fordelingen af træarterne i de 14 prøver fra kokegroper og jernvinne ovnen. *Betula*, bjørk, er klart den mest dominerende træart, efterfuldt af *Alnus*, or. Der er tale om en relativ begrænset artsspredning, der synes at knytte sig til forskellige kontekster. Kokegrop-prøverne er præget af pionertræerne *Betula*, bjørk, *Alnus*, or, *Salix*, selje, og *Populus*, osp. Derimod er prøverne fra jernvinne ovnen og nedgravningen i tilknytning til jernvinne ovnen entydigt domineret af *Pinus*, furu. Særligt interessant er kokegrop A649, som ikke blot ved sin placering adskiller sig fra de øvrige kokegroper. PK910 fra A649 indeholder nemlig også som den eneste prøve *Ulmus*, alm og *Tilia*, lind, hvilket indikerer, at der kan være tale en hidtil ubemærket dateringsforskel mellem dette anlæg og de øvrige. Af tabel 2 fremgår resultatet af PK 983, der stammer fra jernvinne ovnen A592. Der er tale om en MEGET usædvanlig prøve! Der er nemlig IKKE tale om halm, som ellers vil være forventeligt, idet der sandsynligvis er tale om en slaggegrubeovn af "Vestjysk" type, en sådan blev udgravet i 1990'erne af Ole Risbøll i nærheden af Bø i Telemark. Der er tale om en større prøve, på indeværende tidspunkt er de 300 ml. blevet gennemset. Der er fundet to kerner af formodet *Avena sativa*, dyrket havre, enkelte ukrudtsfrø og – meget overraskende – mange frø af *Linum usitatissimum*, almindelig hør. Der er også en del stængler i prøven, og det må formodes at stamme fra selve hørplanten. En del af frøkapslerne hænger stadigvæk sammen. Der blev udtaget frøkapsler til dateringsformål, herved er der tale om dateringsmateriale med lav egenalder. At der er tale om hele hørplanter med kapsler kan anvendes til årstidsbestemmelse. Flertallet af sorter optræder i form af yngre gren/stamme-ved. I det tilfælde hvor der er udtaget stamme-ved til ^{14}C -datering, skal dateringen tages med forbehold for, at træet kan datere ældre end forventet.

Litteratur

Bartholin T, Delin A, Englund Å, Wikars L-O, 2003: Hur länge står död tallved i skogen? *Växter i Hälsingland och Gästrikland* 1/2003: 26-31.

Loftsgarden, K., B. Rundberget, J.H. Larsen & P.H. Mikkelsen (2013): Bruk og misbruk af C14-datering ved utmarksarkeologisk forskning og forvaltning. I: *Primitive Tider* 2013, pp: 53-64

Vedarter i prøverne

Der er fundet træ fra to nåletræarter og tre løvtræarter i undersøgelsen fra Børstad vannpumpestasjon. I det følgende beskrives de træarter, som er repræsenteret i prøverne. Beskrivelsen tager sit udgangspunkt i O. A. Høegs etnobotaniske hovedværk: *Planter og tradisjon. Floraen i levende tale og tradisjon i Norge 1925-1973* fra 1974.

Nåletræ

Pinus silvestris, furu

Et lystræ. Vokser på åben mark, tåler dårligt konkurrence fra andre træarter. Klarer sig på mager bund. Sår sig let. Væksten er hurtig, og højden er afhængig af vind og jordbund. Veddet er let til hårdt. Anvendes alsidigt i husholdningen og i landbruget fra smågenstande til bygningstømmer.

Løvtræ***Alnus sp., or***

Svartor, *Alnus glutinosa* og gråor, *Alnus incana*, kan ved anatomisk ikke skelnes fra hinanden. Lyskrævende træer. Svartor vokser på fugtig bund, ofte uden indblanding af andre træarter, mens gråoren vokser på den tørre, magre bund, og som med tiden bukker under for andre træarter, der vokser frem under dem. Sår sig let, og svartoren formerer sig gerne med stubskud og gråoren med rodskud. Typiske pionertræer. Væksten er hurtig. Veddet er tæt og har en alsidig anvendelse i husholdningen og landbruget. Løv og kviste anvendes til foder.

Betula sp., bjørk

Lavlandsbjørk, *Betula verrucosa* og vanlig bjørk, *Betula pubescens*, kan ved anatomisk ikke skelnes fra hinanden. Lyskrævende træer, som med tiden bukker under for andre træarter, som vokser frem under dem. Vanlig bjørk vokser på fugtigere bund, mens det er lavlandsbjørken man ser på den tørre, magre bund. Sår sig let og formerer sig gerne med stubskud. Typiske pionertræer. Væksten er hurtig. Veddet er tæt og hårdt og har en alsidig anvendelse i husholdningen og landbruget. Løv og kviste anvendes til foder.

Populus tremula, osp

Et lyst træ. Vokser på åben mark eller i blanding med andre træarter, men ofte i grupper. Klarer sig på mager bund. Sår sig let og formerer sig gerne med rodskud og stubskud. Typisk pionertræ. Væksten er hurtig. Veddet er tæt og hårdt og har en alsidig anvendelse i husholdningen. Løv og kviste anvendes til foder.

Salix sp., selje/vier

Kan ved anatomisk ikke skelnes fra hinanden. Lyst træer. Istervidje, *Salix pentandra* og ørevier, *Salix aurita* med flere arter, vokser som buske og småtræer på fugtig mark. Selje, *Salix caprea*, vokser på åben mark, klarer sig i konkurrencen fra andre træarter, som stor busk eller mindre træ. Sår sig let. Stubskud. Væksten er hurtig. Pionertræ. Veddet er let til hårdt. Anvendes alsidigt i husholdningen, i folkemedicinen og i landbruget til alt fra smågenstande til bygningstømmer. Løv og kviste anvendes til foder.

Tilia cordata, lind

Skyggetålende og skyggegivende træ. Vokser bedst på vandholdig, stærkt leret jordbund. Sår sig vanskeligt, men genvækst finder gerne sted fra stubbe og væltede stammer med nogen rodforbindelse. Væksten kan være hurtig. Veddet er let og anvendes til træskærerarbejder o. l. i husholdningen. Rester af små stammer findes ofte, antagelig stammer, der er afbarkede med henblik på bastproduktion. Løv og kviste anvendes til foder.

Ulmus glabra, alm

Lyskrævende, men skyggegivende træ. Almen vokser på de bedste jordbundstyper og klarer sig godt i konkurrencen med andre træarter. Sår sig let. Væksten er hurtig. Veddet er tæt og hårdt og har en alsidig anvendelse i husholdningen og landbruget. Løv og kviste anvendes til foder.

Jannie Holm Larsen, cand.mag.
Arkæobotaniker
Afdeling for Konservering og Naturvidenskab
Moesgaard Museum

Peter Hambro Mikkelsen, ph.d.
Afdelingsleder
Afdeling for Konservering og Naturvidenskab
Moesgaard Museum

6



Rapporterne fra Afdeling for Konservering og Naturvidenskab, Moesgaard Museum, fremlægger resultater i forbindelse med specialundersøgelser af arkæologisk genstandsmateriale.


Hovedvægten er lagt på undersøgelser med en naturvidenskabelig tilgangsvinkel. Heriblandt kan nævnes arkæobotaniske undersøgelser, ved anatomiske undersøgelser, antropologiske undersøgelser af skeletter samt zooarkæologiske undersøgelser.

Der optræder også andre typer dokumentationsfremlæggelser, som f.eks. besigtigelse af marinarkæologiske lokaliteter og metodebeskrivelser af konserveringsteknisk karakter.

Alle rapporterne kan downloades fra Moesgaard Museums hjemmeside.

Eftertryk med kildeangivelse tilladt.

10.6.2 RADIOLOGISKE DATERINGER



**UPPSALA
UNIVERSITET**

Angströmlaboratoriet
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:
Angströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Rum 4143

Postadress:
Box 529
751 20 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 59

Telefax:
018 – 55 57 36

Hemsida:
<http://www.angstrom.uu.se>

E-post:
Goran.Possnert@Angstrom.uu.se

Uppsala 2015-11-25

Grethe Björkan Bukkemoen
Kulturhistorisk museum, Arkeologisk seksjon
Universitetet i Oslo
Postboks 6762, S:t Olavs plass
NO-0130 Oslo
Norge

Resultat av ^{14}C datering av träkol och makrofossil från Borstad 8/1, Hamar, Hedmark, Norge.

Förbehandling av träkol och liknande material:

1. Synliga rottrådar borttages.
2. 1 % HCl tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten) (karbonat bort).
3. 1 % NaOH tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten). Löslig fraktion fälls genom tillsättning av konc. HCl. Fällningen som till största delen består av humusmaterial, tvättas, torkas och benämns fraktion SOL. Olöslig del, som benämns INS, består främst av det ursprungliga organiska materialet. Denna fraktion ger därför den mest relevanta åldern. Fraktionen SOL däremot ger information om eventuella föroreningars inverkan.

Före acceleratorbestämningen av ^{14}C -innehållet förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 4, till CO_2 -gas, som i sin tur konverteras till fast grafit genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

Förbehandling av makrofossiler:

1. 1 % HCl tillsätts (10 timmar, under kokpunkten) (karbonat bort).
2. 0.5 % NaOH tillsätts (1 timme 60 °C). Löslig fraktion fälls genom tillsättning av konc. HCl. Fällningen som till största delen består av humusmaterial, tvättas, torkas och benämns fraktion SOL. Olöslig del, som benämns INS, består främst av det ursprungliga organiska materialet. Denna fraktion ger därför den mest relevanta åldern. Fraktionen SOL däremot ger information om eventuella föroreningars inverkan.

Före acceleratorbestämningen av ^{14}C -innehållet förbränns det intorkade materialet, surgjort till pH 4, till CO_2 -gas, som i sin tur konverteras till fast grafit genom en Fe-katalytiskreaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

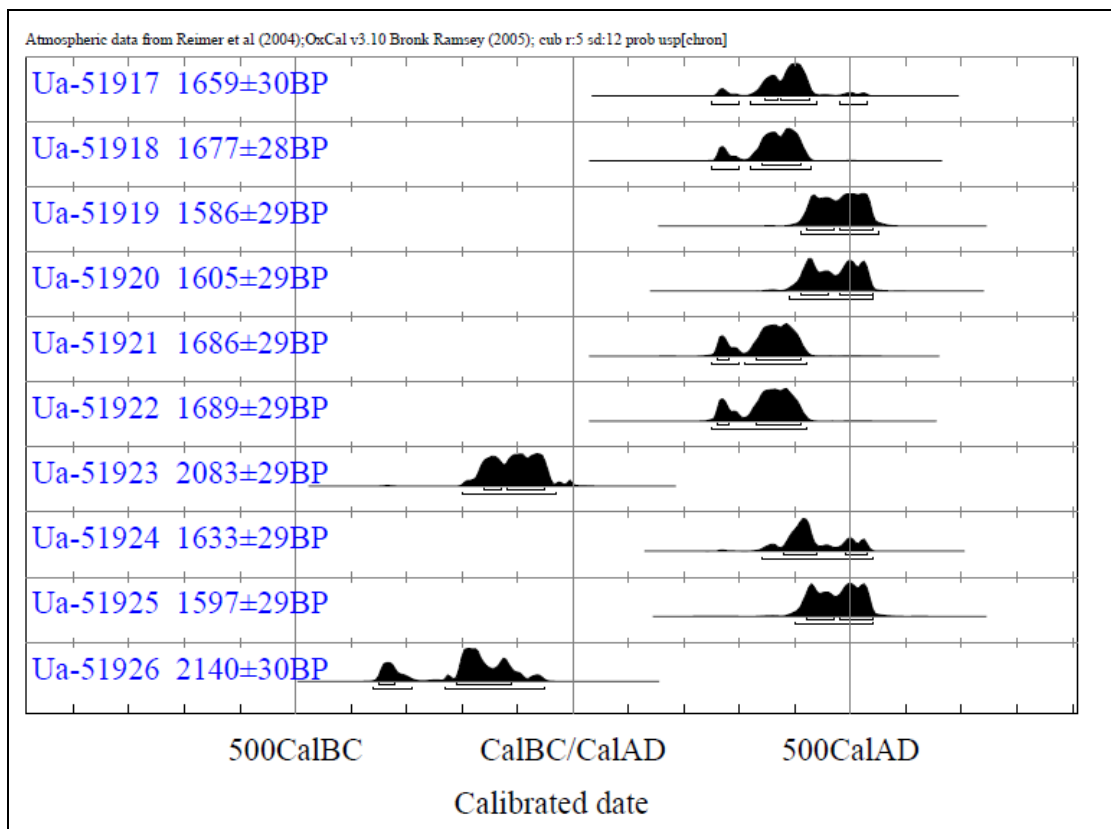
RESULTAT

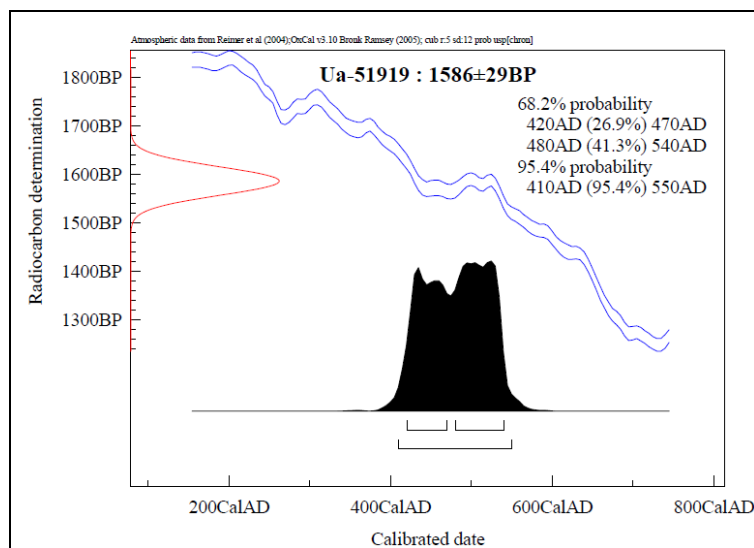
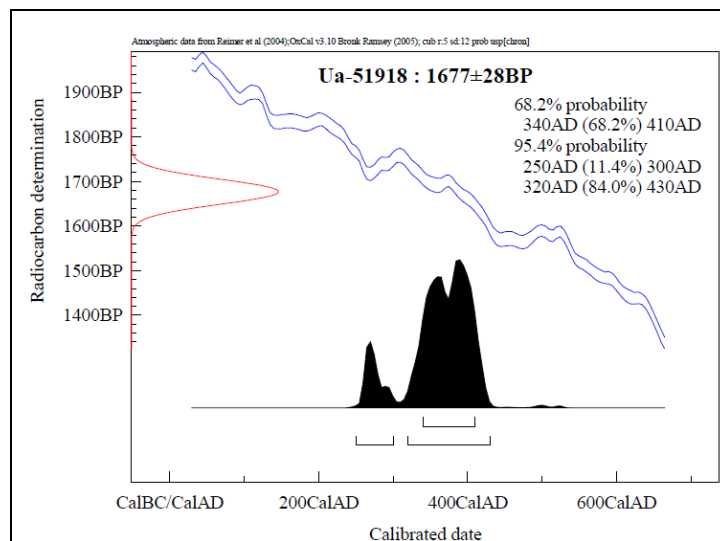
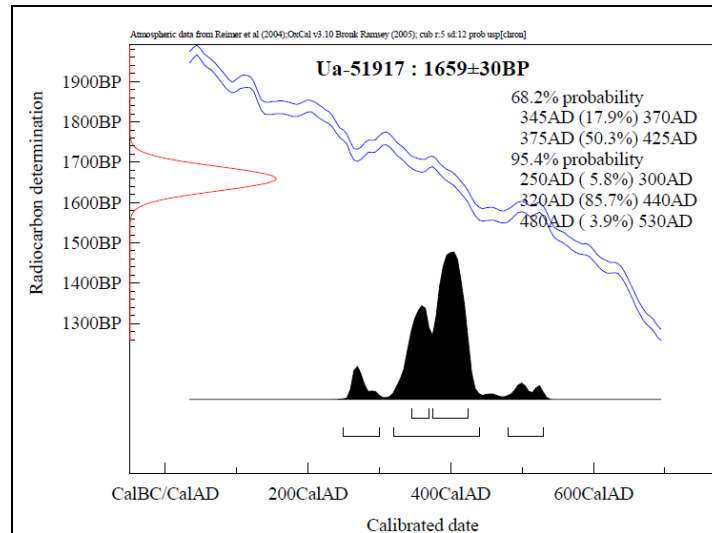
Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}\text{‰ VPDB}$	^{14}C age BP
Ua-51917	A201 PK865	-24,6	1 659 ± 30
Ua-51918	A603 PK866	-25,3	1 677 ± 28
Ua-51919	A547 PK888	-28,2	1 586 ± 29
Ua-51920	A325 PK901	-25,3	1 605 ± 29
Ua-51921	A366 PK905	-26,3	1 686 ± 29
Ua-51922	A649 PK910	-24,0	1 689 ± 29

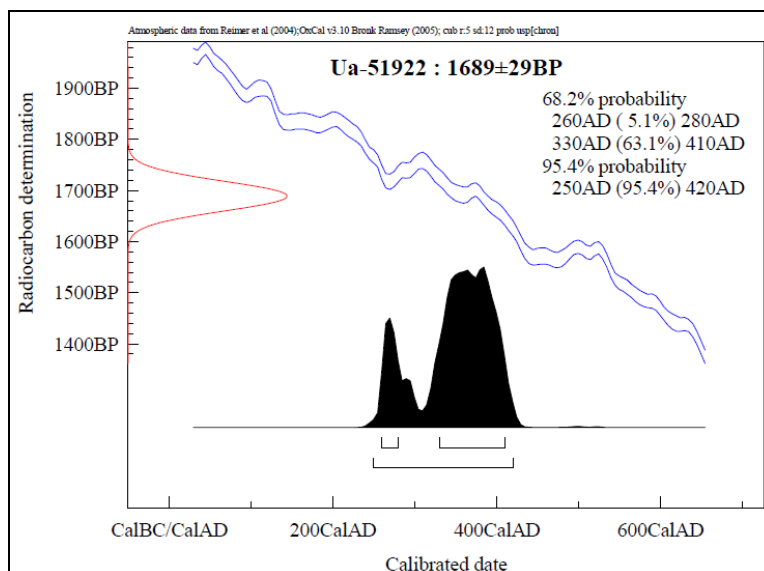
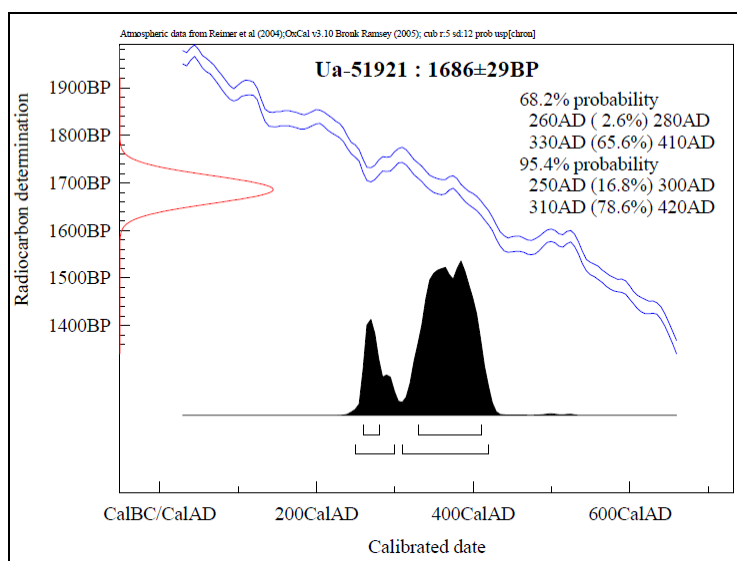
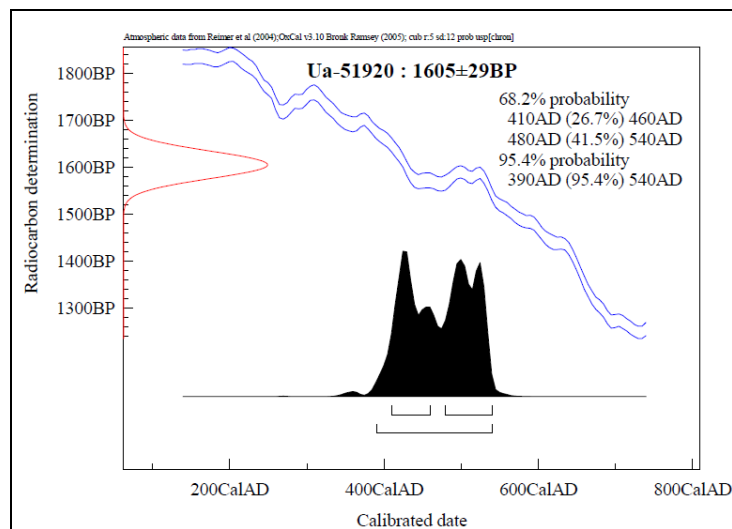
Ua-51923	A917 PK960	-25,7	2 083 ± 29
Ua-51924	A501 PK979	-27,6	1 633 ± 29
Ua-51925	A781 PK980	-26,8	1 597 ± 29
Ua-51926	A592 PK983	-27,4	2 140 ± 30

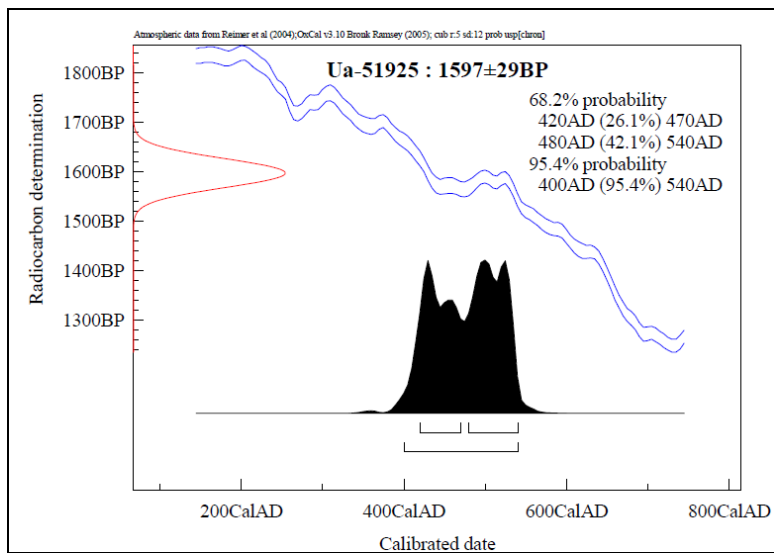
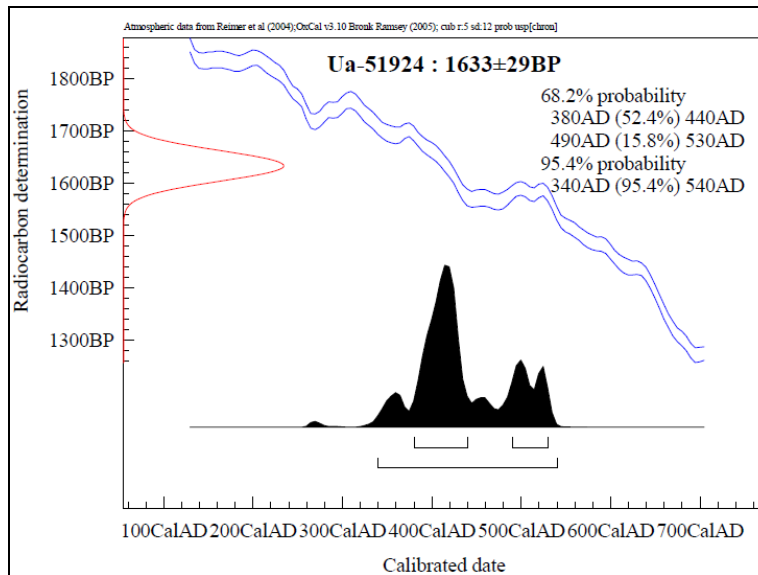
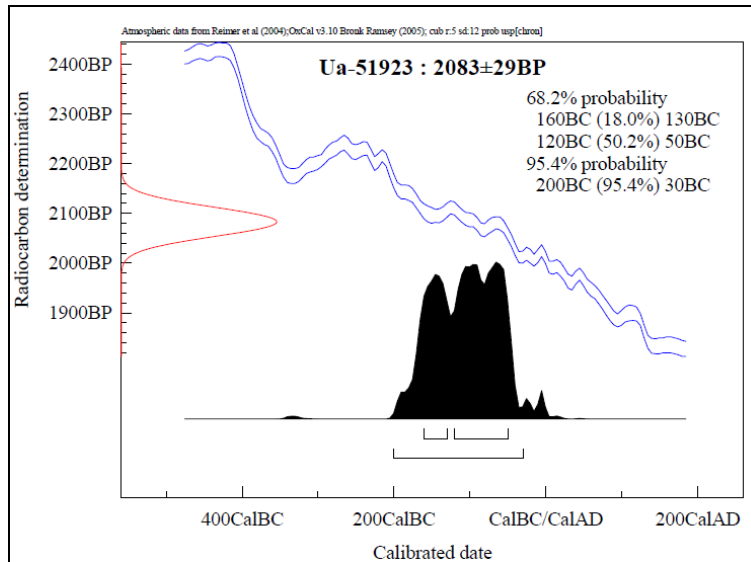
Med vänlig hälsning

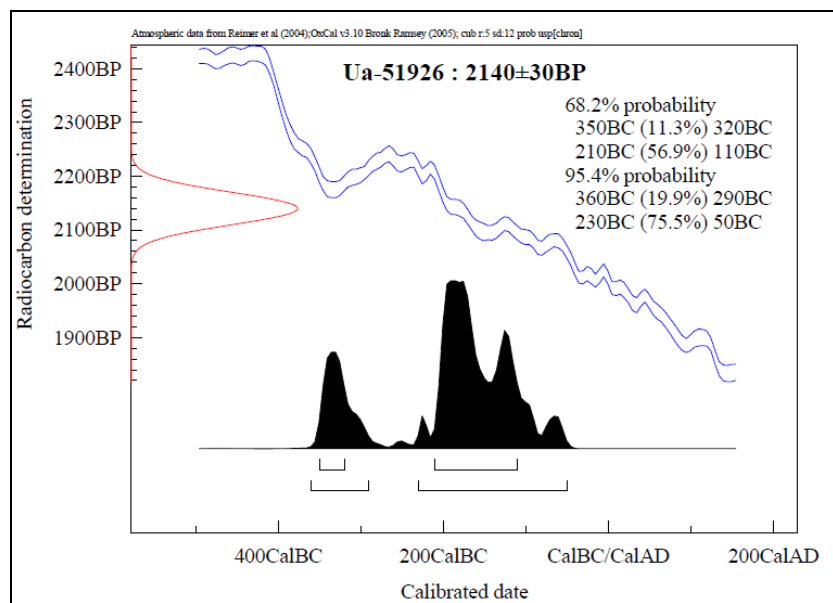
Göran Possnert/ Elisabet Pettersson







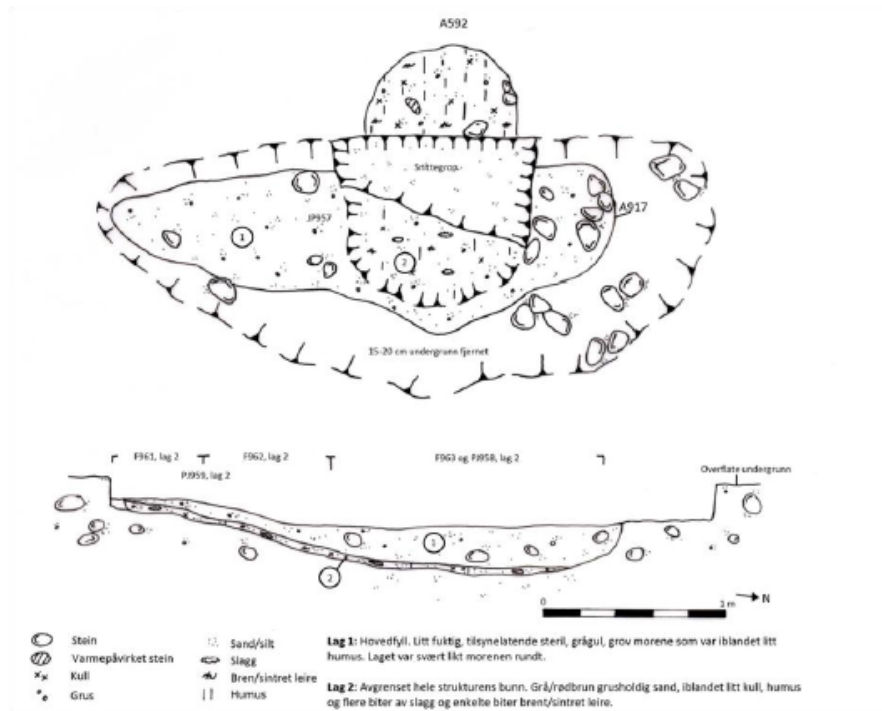




10.6.3 METALLURGISK ANALYSE



Konklusjon



Figur 1: Jernudvindingsovn A592 og nedgravningen A917 (tegning fra UIO)

Anlægget består af to dele. Dels en nedgravning, som fortolkes som en del af en jernudvindingsovn (A592), og dels en større nedgravning, hvis anvendelse er uklar (A917).

Der blev analyseret 3 slagger fra anlæg A592 og 9 fragmenter af slagge fra anlæg A917.

Bortset fra ét stykke fra A917, som bestod af en blanding af smeltet ler og slagge, kunne alle disse slagger bestemmes til at være slagge dannet ved jernudvinding. Da slaggerne i de to anlæg endvidere har identisk sammensætning, må de stamme fra samme udvindingsproces. I nedgravningen A917 blev der desuden fundet små klumper af malm, som har passeret mellem trækullene i ovnen og ned i slaggegruben uden at blive reduceret eller smelte.

Det samlede indhold af jernoxid (FeO) og manganoxid (MnO) i malmen var i gennemsnit ca. 71 %, medens det i slaggen var ca. 64 %. Et omtrentligt udbytte ved udvindingen har derfor været ca. 28 kg jern for hver 100 kg anvendt malm, svarende til ca. 45 kg jern for hver 100

kg dannet slagge. Det må dog forventes, at op til 25 % af jernet er gået tabt ved den videre forarbejdning, først og fremmest ved primærsmedningen.

Sammenlignet med andre udvindingsslagge, fra førromersk jernalder, udgravet i Norge og Sverige, har slaggerne fra Børstad et lavt restindhold af jernoxid. Det viser, at processen har været drevet usædvanligt effektivt i forhold til det normale i perioden. Effektiviteten svarer bedre til det man ser i romersk jernalder, hvor der generelt har været større udbytter af udvindingerne. Det kan skyldes indførelsen af nye ovntyper, som større slaggegrubeovne, eller der kan være tale om resultatet af en bedre kontrol af processen.

Ikke alt det jern som dannes ved udvindingprocessen, vil vokse sammen med andet jern og danne en luppe. Små, kraftigt magnetiske stykker slagge fra nedgravning A917 viste sig således at indeholde mindre stykker metallisk jern omgivet af en jernfattig slagge. Bortset fra indholdet af jernoxid, er slaggen identisk med udvindingsslaggen. Der er sandsynligvis tale om jern, som er blevet dannet i de mest reducerende områder af ovnen, lige omkring lufthulleme, og som aldrig har fået kontakt med luppen.

I jordprøverne fra nedgravning A917 fandtes der ingen spor efter smedning i form af hammerskæl eller slaggekugler. Det gjorde der til gengæld i jordprøverne fra selve jernudvindingsovn A592. De fleste hammerskæl og kugler fandtes i lag 4, altså relativt langt nede i ovnen. Sammensætningen af skællene viste, at der både var tale om spor efter primær- og sekundær-smedning. Den kemiske sammensætning af skællene fra primærsmedning havde så stor lighed med sammensætningen af udvindingsslagge, at der må være tale om smedning af det jern, som blev udvundet i ovnen.

At hammerskæl og slaggekugler fandtes i jordprøverne fra udvindingsovn viser, at primærsmedningen, og sandsynligvis også smedning af genstande, fandt sted ganske tæt på ovnen. Det virker sandsynligt, at slaggen blev brudt op lige efter udvindingen, muligvis i forbindelse med at luppen fjernes fra ovnen. Det at den største forekomst af hammerskæl fandtes i det nederste undersøgte lag, viser at smedningen må være sket lige efter at jernet blev taget ud, og inden hullet efter slaggen igen blev fyldt op.

Nedgravningen A917 indeholdt kun materiale fra selve udvindingen i form af malm og slagge. Det er derfor sandsynligt, at den har været opfyldt før smedningen af jernet blev foretaget. Da det ikke med sikkerhed vides hvordan overgangen mellem slaggegruben (A592) og nedgravningen var udformet, er det svært at sige, hvorvidt nedgravningen kan have haft en funktion i forbindelse med udvindingen.

Umiddelbart synes det at udvindingsovn med størst sandsynlighed har været af Eg type, altså en ovn med slaggegrube, som kun anvendtes en gang. Der er da heller ikke noget i analyserne af slaggematerialet, som tyder på, at der er blevet foretaget mere end en udvinding. I ovne af denne type, er der ikke noget formål med at have adgang til gruben under brændingen, og det peger på, at det mest sandsynlige er, at nedgravningen kan have været lavet i forbindelse med at jernet skulle tages ud af ovnen.

Hvis der har været lukket mellem nedgravningen og slaggegruben, er det dog også muligt, at der kan være tale om en form for arbejdsgrube anvendt under brændingen. Det er dog svært at se hvilket formål den kan have haft. Laget på bunden af gruben, som indeholdt malm og slagge, kunne måske pege på en sådan funktion, men kan også være opstået ved udtagning af luppen.

Hvis der er tale om en arbejdsgrube, må den være blevet fyldt op allerede medens udvindingen var i gang, eller umiddelbart efter, da der ellers måtte forventes at der også skulle være spor af smedningen i den. Den ensartede fyld tyder på, at gruben er blevet fyldt hurtigt op.

Udvindingsslaggerne er med deres meget høje indhold af manganoxid (MnO) usædvanlige i forhold til tidligere analyserede slagger fra Norge, og ved første øjekast synes de at have større lighed med slagger fra Det Nordeuropæiske Lavland (Danmark, Nordtyskland og det nordlige Polen). En statistisk analyse viser dog, at der findes et mindre antal lokaliteter i Norge, hvor der er fundet slagger med samme karakteristiske sammensætning. Disse ligger alle inden for en relativt kort afstand fra Børstad, og slaggerne kan derfor siges at udgøre en lokal gruppe. Noget som kan være af betydning ved proveniensbestemmelse af jerngenstande.

Der blev også foretaget analyse af sporelementer i de tre slagger fra udvindingsovnene (A592). Analyserne vil, sammen med analyserne af hovedelementer, indgå i kortlægningen af proveniensområder i Norge og det øvrige Skandinavien.

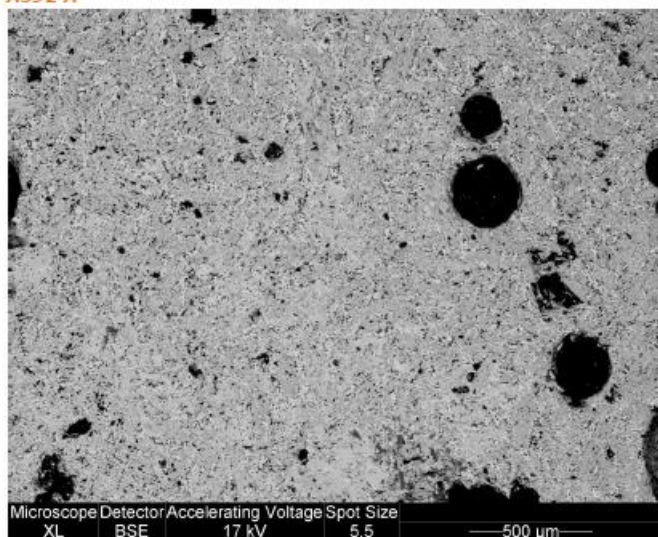
Udvindingsovn A592

Slagger fra anlæg A592

Fra udvindingsovnen A592, blev 3 stykker slagge analyseret.

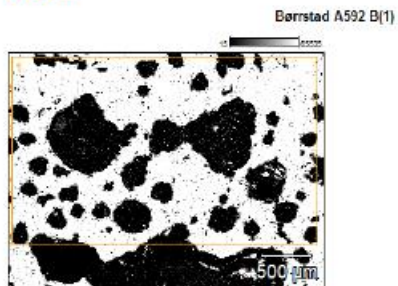
Med hensyn til struktur adskiller de tre slagge sig primært ved forskellige grad af porøsitet. Til gengæld er slaggernes krystalstruktur ganske ensartede (figur 2-4) idet de består af ret små fayalit-krystaller og tynde dendritter af wustit (FeO). Mellem fayalit krystallerne findes områder af en mørkere fase, som indeholder størstedelen af de øvrige oxider i slaggen, og som sandsynligvis er glasagtig i struktur. Slaggen synes at være ganske homogen, og indeholder ikke fremmede materialer som sten, ler eller sand.

A592 A

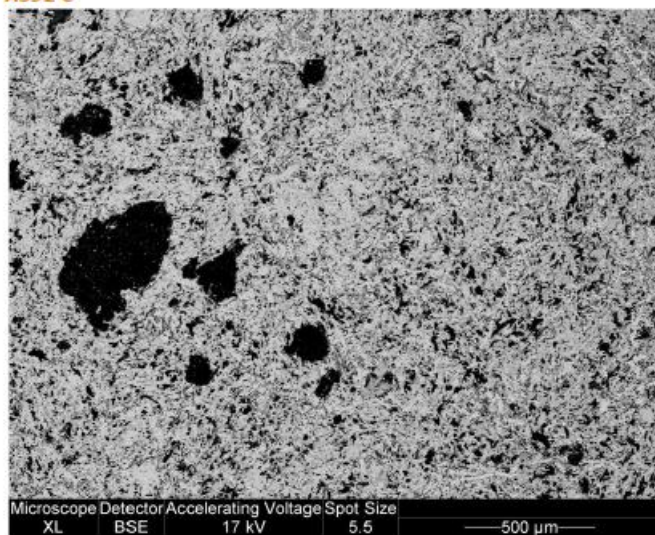


Figur 2

Borrstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
A592 A(1) pti	0,81	0,13	4,22	22,49	0,40	0,25	0,05	1,28	2,40	0,16	38,53	25,64	3,63

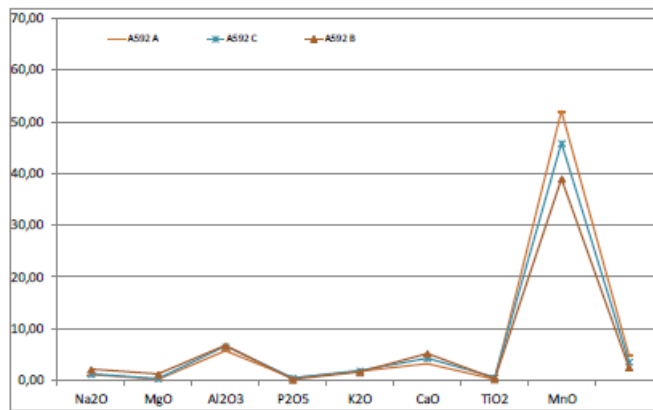
A592 B**Figur 3**

Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
A592 B(1) _pt1	1,16	0,66	3,63	22,15	0,11	0,31	0,88	2,84	0,16	21,08	45,18	1,40

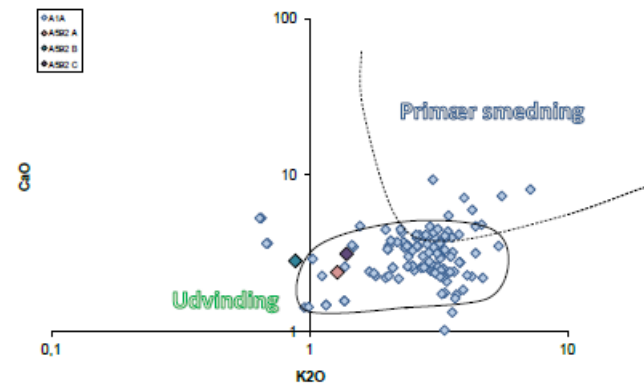
A592 C**Figur 4**

Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
A592 C(1) _pt1	0,91	0,28	4,79	25,34	0,39	0,23	0,03	1,39	3,15	0,44	33,33	27,08	2,64

Den kemiske sammensætning af de tre slaggeprøver er også meget ensartet, bortset fra en vis variation i indholdet af jernoxid (FeO). Hvis jernoxiden fraregnes, er analyserne næsten identiske (figur 5), noget som også viser, at slaggen er meget homogen. Ser man på indholdet af kalciumoxid (CaO) og kaliumoxid (K₂O) (figur 6), så svarer slaggemes sammensætninger godt til det som ses i udvindingsslagger fra Norge (A1A). Det er da også at forvente, idet anlæg A592 fortolkes som en jernudvindingsovn.

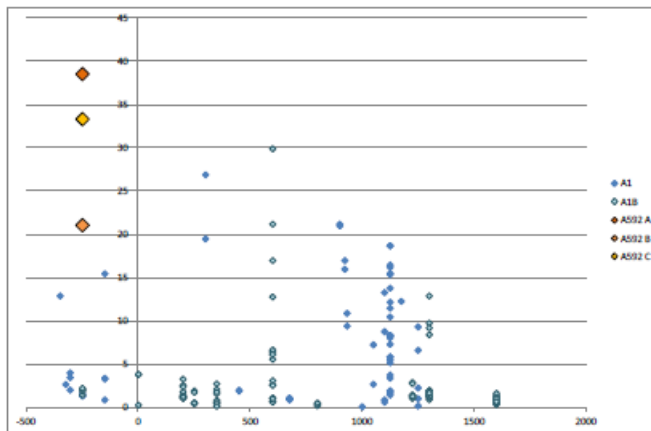


Figur 5



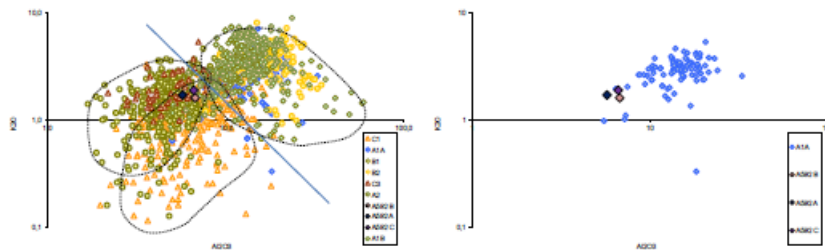
Figur 6

Slaggerne er karakteriseret ved et ganske højt indhold af manganoxid (MnO), noget som kendes fra en del andre udvindingsslagger fra Norge og Sverige (figur 7). Ud fra de til rådighed værende analyser, ser anvendelsen af manganholdige malme dog ud til at være mest udbredt i perioden fra ca 1000 til 1300. Indholdet af manganoxid i slaggerne fra Børstad er desuden usædvanligt højt (20-40%), medens det i langt de fleste tilfælde er mindre end 20%.



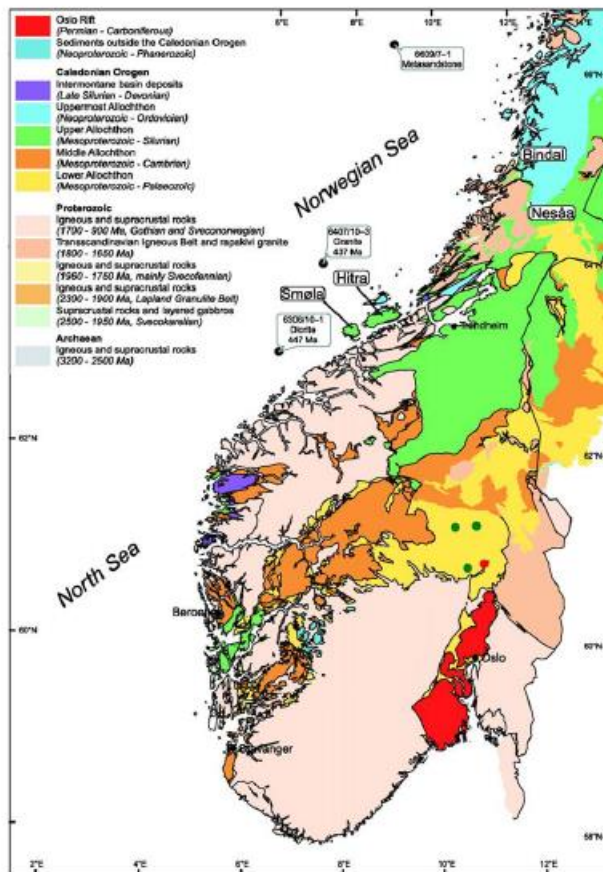
Figur 7

Også på andre måder adskiller slaggerne fra Børstad sig fra andre udvindingsslagger fra Norge. Således svarer de relativt lave indhold af aluminiumoxid (Al_2O_3) og kaliumoxid (K_2O) bedre til materiale fra Det Nordeuropæiske Lavland end til slagger fra Norge (figur 8 venstre).



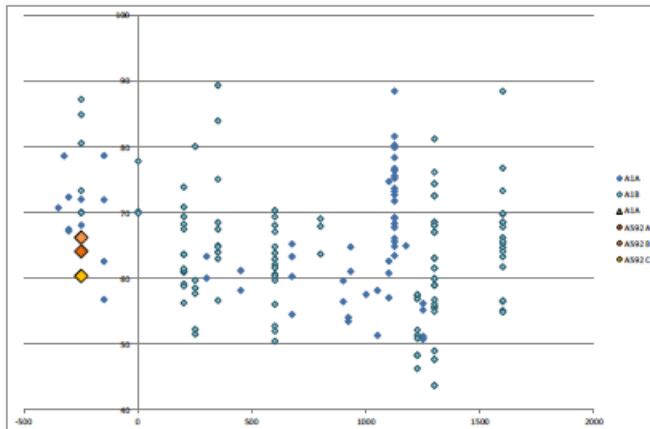
Figur 8

Der findes dog nogle få analyser af udvindingsslagger fra Norge, som svarer godt til slaggerne fra Børstad, både når det gælder indholdet af de to sidstnævnte oxider og med hensyn til manganoxid (figur 8 højre). Haug 25/1, Gjøvik kommune; Holen, 131/1, Gausdal kommune og Amundhusene, Øyer kommune, alle beliggende i Oppland, men dog geografisk ret tæt på Børsted i Hedmark (figur 9). Det er derfor muligt, at netop denne sammensætning er med til at kendetegne en del af udvindingsslaggerne fra netop dette område, og der er ingen grund til at tro, at der skulle være en forbindelse til jernudvinding uden for Norge.



Figur 9

Kun udvindingsslaggen fra Holen er dog dateret til førromersk jernalder, medens de øvrige slagger med sammensætninger svarende til slagge fra Børstad, er væsentlig senere dateret. Slagge fra Haug er således dateret til romersk jernalder, medens slagge fra Amundshusene er dateret til vikingetid.



Figur 10

Også på et andet punkt svarer slagge fra Børstad bedre til slagge fra romersk jernalder eller vikingetid, nemlig når man kigger på restindholdet af jernoxid (FeO) og manganoxid (MnO) (figur 10). De to oxider erstatter i vid udstrækning hinanden i både malm og slagge, og hvis man skal bedømme udbyttet af en udvinding, ser man derfor oftest på den samlede mængde af dem. Det er dog kun jernoxiden, som kan reduceres til metal under udvindingsprocessen.

Det samlede indhold af de to oxider i slagge fra Børstad, er mellem 60 og 66 %, medens det tilsvarende indhold for de øvrige udvindingsslagge fra førromersk jernalder i langt de fleste tilfælde ligger fra 65 % og op til 80 %. Det ser ud til, at udvindingsprocessen i førromersk jernalder generelt har været mindre effektiv end den bliver i romersk jernalder og frem til tidlig middelalder, hvor slaggenes samlede indhold af jernoxid og manganoxid falder til mellem 50 % og 65 %. Effektiviteten af den udvinding, som blev foretaget ved Børstad svarer dermed godt til Udvingerne i romersk jernalder og folkevandringstid.

Der blev ikke fundet rester af den anvendte malm i jordprøverne fra ovnen, men i jordprøven fra nedgravningen A917 blev der fundet små, delvist sintrede klumper, som fortolkedes som myremalm (se senere omtale). Det gennemsnitlige samlede indhold af jernoxid og manganoxid i tre prøver af den formodede malm var ca 71 %, og altså noget højere end i slagge, hvor gennemsnittet var ca 64 %. Ud fra disse værdier kan et simpelt overslag give en ide om det

udbytte, der blev resultatet af udvindingen. Der blev teoretisk udvundet ca 28 kg jern for hver 100 kg anvendt malm, svarende til ca 45 kg jern for hver 100 kg dannet slagge.

Det vides desværre ikke hvor mange kg slagge slaggegruben oprindelig har indeholdt, så der kan ikke siges noget mere præcist om det aktuelle udbytte af brændingen. Hvis slaggemængden antages at have været omkring 70 kg, som det tilsyneladende ofte er tilfældet i udvindingsovne af Eg typen¹, svare det til ca 32 kg. Det skal dog understreges, at der er tale om et teoretisk udbytte, og at der i praksis vil være sket et ikke uvæsentligt tab af jern, dels fordi noget af det dannede jern ikke vil blive en del af luppen og dels fordi der vil ske et tab på grund af oxidation og afbrækning af små stykker jern under den videre forarbejdning.

Jordprøver fra anlæg A592

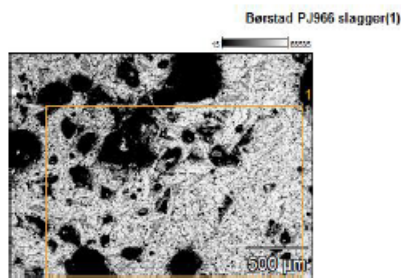
Fra anlæg A592 blev der undersøgt 2 jordprøver.

Anr	Pnr	Strukturtype	Funnomstendighet
592	PJ966	Jemvinne ovn	Lag 2 (øvre del av ovn)
592	PJ967	Jemvinne ovn	Lag 2 og 4 (nedre del av ovn)

PJ966

Denne prøve indeholdt foruden slaggefragmenter også et forholdsvis betydeligt antalammerskæl og slaggekugler. Der blev foretaget analyser af 3 slagger samt 6ammerskæl og 3 slaggekugler (det totale antal, som blev fundet i prøven)

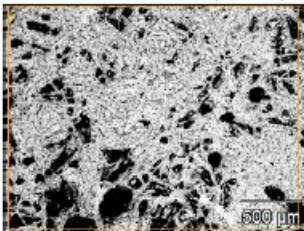
Slagger



¹ Larsen, Jan Henning (2013). Ovner med slagge i Sydøst-Norge - 400 BC-AD 800 - likheter og forskjeller, I: Bernt Rundberget; Jan Henning Larsen & Tom H. Børse Haraldsen (red.), Ovnstypologi og ovnskronologi i den nordiske jemvinna. Prosjekt - Jemvinna i Oppland - Symposium på Kittilbu 16.-18. juni 2009, artikkelsamling. Portal forlag. Artikkel. s 59 - 72

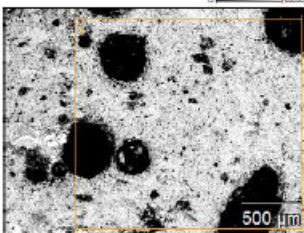
Borstad	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO
PJ966 slagge A	1,11	0,20	3,90	23,33	0,00	0,06	0,09	1,55	4,98	0,00	25,89	36,62	2,26

Borstad PJ966 slagge(2)



Borstad	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO
PJ966 slagge B	0,93	0,09	4,02	23,35	0,00	0,17	0,09	1,43	4,64	0,36	26,39	36,70	1,84

Borstad PJ966 slagge(3)



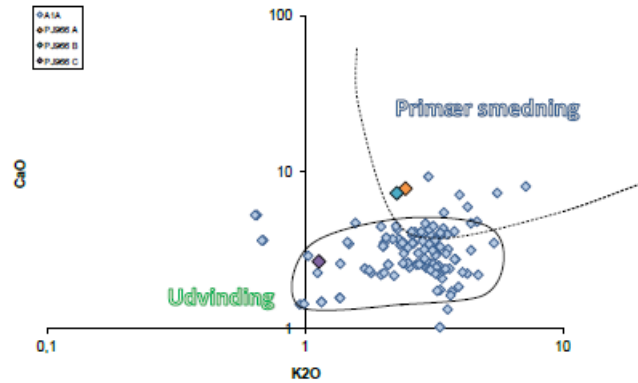
Borstad	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO
PJ966 slagge C	0,13	0,27	2,62	21,72	0,00	0,18	0,10	0,93	2,21	0,00	52,49	17,52	1,83

Af slaggerne adskiller to sin noget fra de undersøgte udvindingsslagger, ved at have en mere porøs og uensartet struktur, medens den tredje er mere kompakt, og har færre og større, runde porositeter. Den ligner derved mere udvindingsslaggerne i struktur.

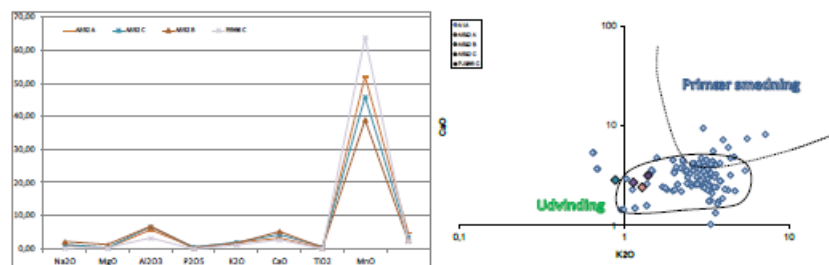
Også sammensætningerne af slaggerne adskiller sig fra hinanden, idet slagge A og B har tydeligt højere indhold af kalciumoxid (CaO) og kaliumoxid (K₂O) end slagge C (figur 11). Netop kaliumoxid og kalciumoxid udgør størstedelen af indholdet i trækulsaske, og det forhøjede indhold af disse oxider kan da også tolkes som et tegn på, at slaggen, ud over udvindingen, har gennemgået endnu en opvarmning, denne gang i en esse. Tilsvarende forhøjede indhold ses således oftest i plankonvekse slagger, som antages at være fremkommet ved primær smedning.

Slagge C, som lignede udvindingsslaggerne i strukturen, ligner også disse i kemisk sammensætning. Bortset fra et lidt højere indhold af manganoxid (MnO), er sammensætningen således næsten identisk med de tre analyserede udvindingsslagger (figur

12). Det er derfor sandsynligt, at der også her er tale om et fragment af udvindingsslagge fra ovnen.



Figur 11

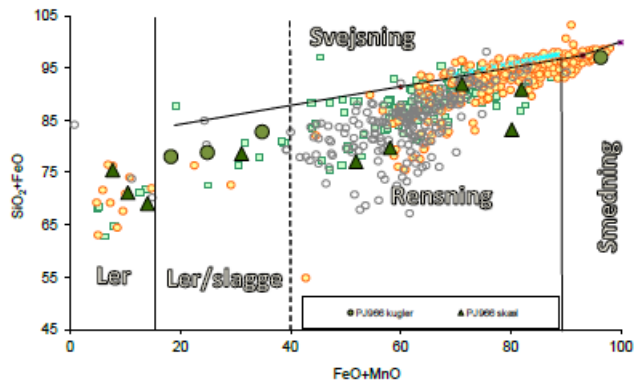


Figur 12

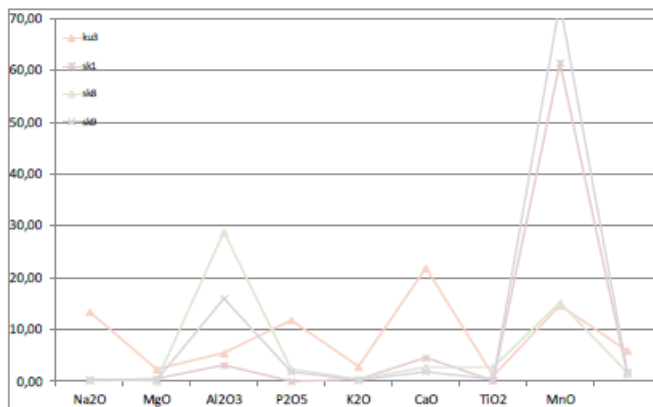
skæl/kugler

Der blev foretaget 2-3 analyser af nogle af hammerskællene. Analyserne af hammerskæl og slaggekugler fra jordprøve P.966, viser at 3 af de fire slaggekugler består af en blanding af smeltet ler og slagge (figur 13). Noget som også gælder for 4 af hammerskællene. I fire af hammerskællene fandtes i det mindste partier af slagge. Som ligesom udvindingsslaggerne er karakteriseret af et højt indhold af manganoxid (MnO). Det er derfor sandsynligt, at der også her er tale om spor efter primær smedning af jern, som kan være produceret ved den udvinding, som er sket i ovnen.

Jordprøve P3966 stammer fra det øverste lag i slaggegruben, og det er sandsynligt, at der i jernalderen er sket en delvis opbrydning af slagge, og at laget derfor repræsenterer affald, som enten har ligget på jorden omkring ovnen, eller er dannet ved en senere aktivitet. Da der fandtes slagge fra både udvinding og primærsmedning, som med stor sandsynlighed kan forbindes med den udvinding, som de før omtalte udvindingslagger stammer fra, er det mest sandsynligt, at materialet viser, at det udvundne jern er blevet renset ved primær smedning i nærheden af ovnen.



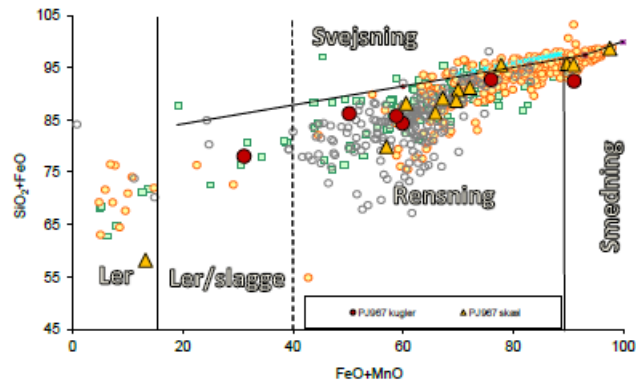
Figur 13



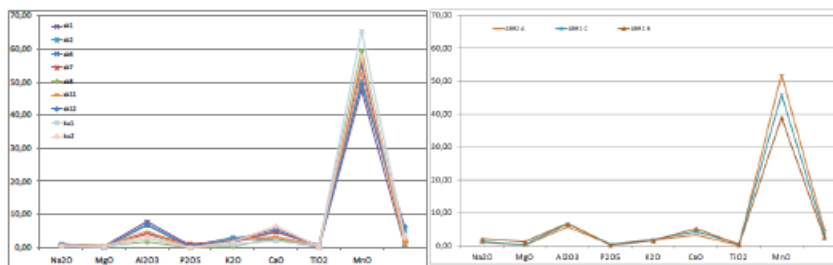
Figur 14

PJ967 skæl/kugler

Denne jordprøve stammer fra det nederste lag i ovnen, og man vil derfor forvente, at den kun skulle indeholde materiale fra udvindingsprocessen. I prøven fandtes dog et større antal hammerskæl (14) og slaggekugler (6) end i jordprøven fra det øverste lag. Alle hammerskæl og slaggekugler blev analyseret (bilag).

**Figur 15**

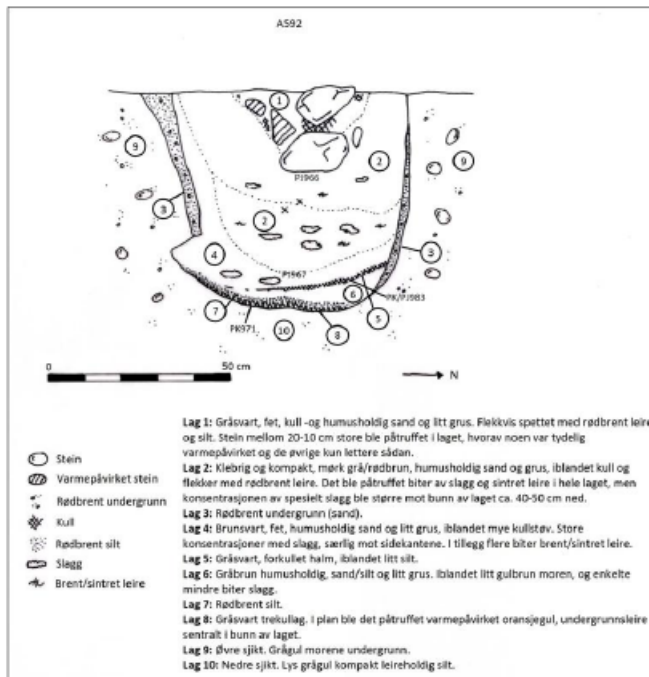
Tre af hammerskællene var tilsyneladende flager af mineraler eller korrosion (skæl 4, 10 og 13), og er derfor udeladt fra den videre behandling. De øvrige grupperer sig tydeligvis primært i et område af sammensætninger, som svarer til hammerskæl fra primær smedning (figur 15), med en mindre gruppe, som består af næsten rent jernoxid, og derfor med stor sandsynlighed stammer fra sekundær smedning.

**Figur 16: Sammensætning af hammerskæl og slaggekugler fra primær smedning (venstre) og udvindingslagger (højre)**

Ser man på de hammerskæl og slaggekugler, som er dannet ved primær smedning, så viser de igen det høje indhold af manganoxid (MnO), som kunne ses i udvindingsslaggen. Deres sammensætning er da også næsten identisk med udvindingsslaggen (figur 16), og det er derfor overvejende sandsynligt, at der er tale om affald fra primær smedningen af det jern, som blev udvundet i ovnen.

Det an umiddelbart være svært at forklare hvorfor de tydeligste spor efter primær smedning af jern kunne findes i jordprøven fra det nederste lag i ovnen. Det mest sandsynlige er dog, at kun lag 4 (figur 17) var et oprindeligt lag dannet under selve udvindingsslaggen, medens den nedre del af lag 2 er det første materiale, som blev deponeret i den opbrudte slaggegrube. Det kan være sket medens primærsmedningen af luppen foregik ved siden af den nedbrudte ovn. Den øvre del af lag 2 kan være kommet ned efter at aktiviteter med tilknytning til udvindingen var ophørt, og indeholder derfor kun lidt materiale fra primærsmedningen.

Hammerskællene viser, at primærsmedningen, og muligvis også smedningen af genstande (sekundær smedning) er foregået tæt ved ovnen efter udvindingen.



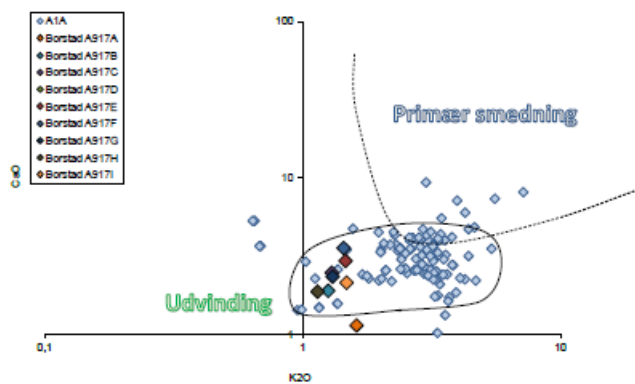
Figur 17: Snit af slaggegruben fra udvindingsovnen (billede fra UIO)

Nedgravning A917

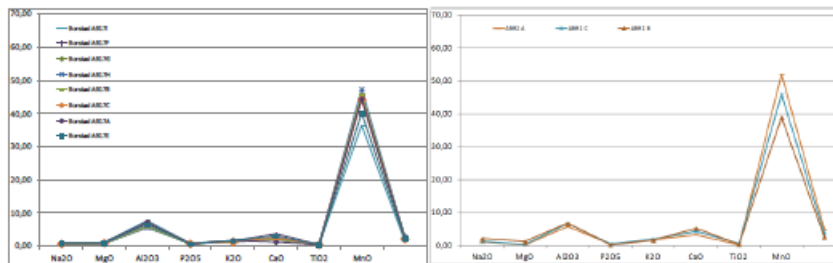
Slagger

Der blev foretaget analyser af i alt 9 slagger fra nedgravning A917 (Se bilag).

Bortset fra slagge D er slaggerne er af meget ensartet sammensætning, og viser ingen forhøjelse af kalciumoxid (CaO) eller kaliumoxid (K₂O) indeholdende, som kunne vise, at der var tale om slagge fra primær smedning (figur 18). Det er derfor meget sandsynligt, at slaggerne er dannet ved jernudvinding. Deres sammensætning er da også identisk med udvindingsslagge fra slaggegruben A592, og det er derfor meget sandsynligt, at de stammer fra samme proces (figur 19).



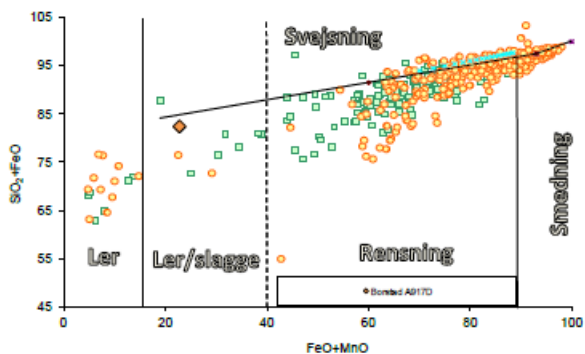
Figur 18



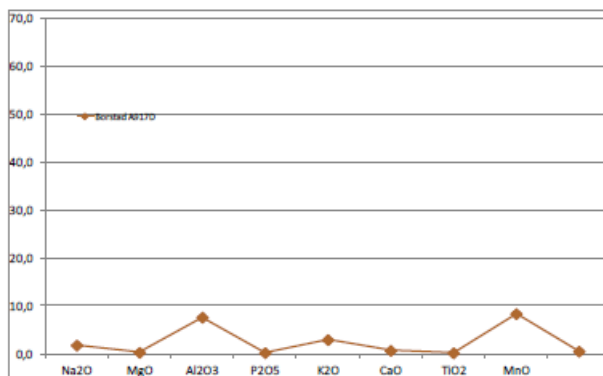
Figur 19: Sammensætningen af slaggerne fra nedgravning A917 (venstre) og fra udvindingsovnen A592 (højre)

Det lave indhold af jernoxid i slagge D viser, at der er tale om smeltet ler med et noget forhøjet indhold af jernoxid (FeO). Da slaggen desuden indeholder manganoxid (MnO) (figur 20), er det mest sandsynligt, at leret er blandet med en slagge af type som de øvrige slagger fra A917.

Leret stammer sandsynligvis fra selve udvindingsovnen, og da indholdet af SiO₂ er relativt må der derfor have været tale om et ret mager ler. Eventuelt har den været bevidst magret med sand for at forbedre dens holdbarhed over for opvarmning.



Figur 20



Figur 21

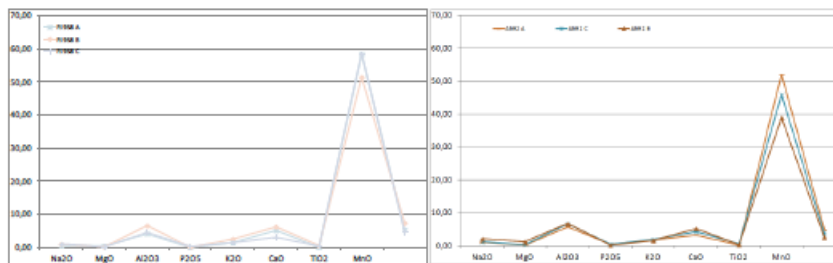
Jordprøver

Fra nedgravningen ved siden af slaggegruben blev der undersøgt 2 jordprøver (PJ958 og PJ959).

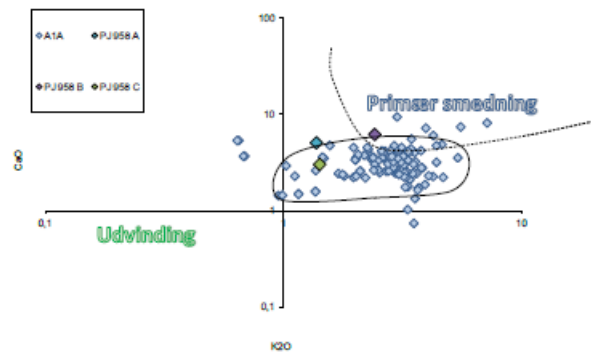
PJ958

Jordprøve PJ958 indeholdt ingen tegn på smedning i form af hammerskæl eller slaggekugler, men til gengæld fandtes der et større antal små slaggestykker, hvoraf mange var kraftigt magnetiske, og derfor formodedes at indeholde metallisk jern. Tre af disse stykker blev analyseret.

I alle tre tilfælde indeholdt prøverne områder med metallisk jern, som var omgivet af en slagge, som havde et meget lavt indhold af jernoxid (4-15 %). Igen kan det ses, at slaggen, når indholdet af jernoxid fraregnes, viser en meget stor lighed med udvindingsslaggerne fra A592 (figur 22).



Figur 22: Sammensætningen af slaggerne fra nedgravning A917, jordprøve PJ958 (venstre) og fra udvindingsoven A592 (højre)



Figur 23

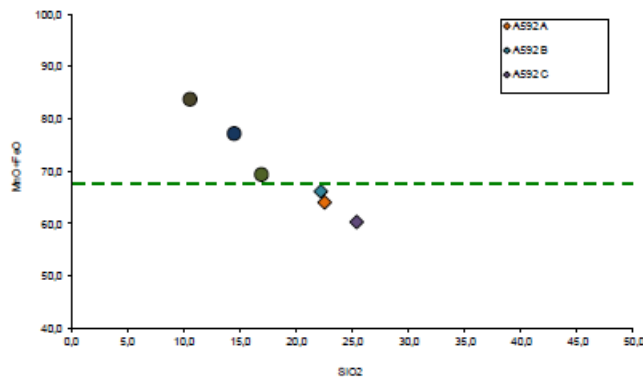
Som det kan ses af figur 23, viser slaggen heller ikke tegn på en væsentlig forøgelse af indholdene af kalciumoxid (CaO) eller kaliumoxid (K₂O). Det er derfor sandsynligt, at der også her er tale om udvindingsslagge fra jernudvindingsovnen A592.

De tre undersøgte prøver repræsenterer sandsynligvis jern, som er blevet reduceret til metal i de mest reducerende områder af ovnen, lige over lufthulleme, men som ikke har fået forbindelse med den egentlige luppe. Den meget kraftige reduktion har også bevirket, at restindholdet af jernoxid i slaggen er blevet meget lavt, dog uden at dens karakteristiske sammensætning af andre oxider har ændret sig.

slagge/malm

Jordprøven indeholdt også et antal små klumper, som var ret kraftigt sintret, men ikke synes at have været helt smeltet som slaggen. Disse stykker er også relativt kraftigt magnetiske.

Det formodes, at der er tale om små stykker malm, som enten er blevet kraftigt ristet før udvindingen, eller som har passeret mellem trækullene ned i slaggegruben, uden at blive kraftigt reduceret eller smelte.

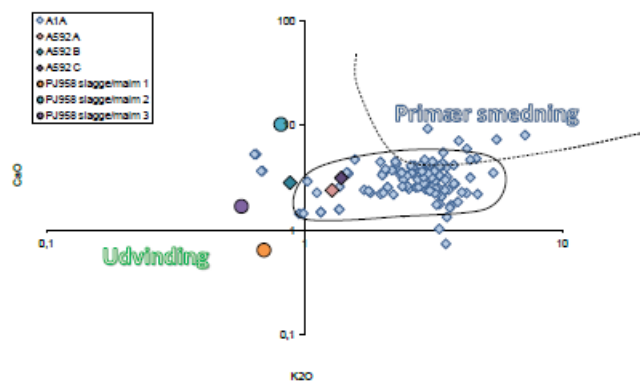


Figur 24

I figur 24 er indholdet af jernoxid (FeO) og manganoxid (MnO) i de tre analyserede prøver vist i forhold til de tre udvindingsslagger fra ovnen (A592). Det er tydeligt, at de formodede malmstykker har væsentligt højere indhold af jernoxid + manganoxid end slaggen.

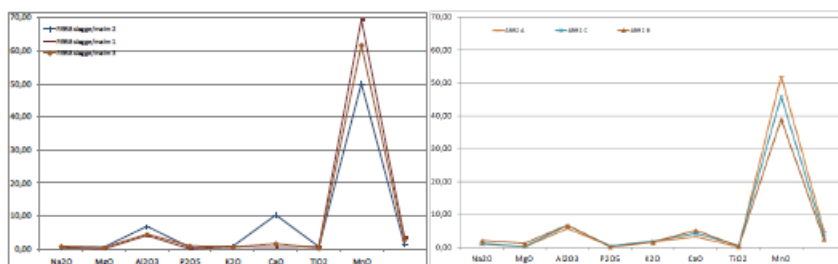
Ser man på indholdene af kaliumoxid (K₂O) og kalciumoxid (CaO) (figur 25), så har i det mindste 2 af stykkerne lavere indhold end slaggen fra udvindingsovnen, og end andre udvindingsslagger fra Norge. Da udvindingsslagger vil have fået tilført de to oxider fra asken der dannes ved forbrænding af trækul, er den mest sandsynlige forklaring, at de tre stykker

ikke har haft mulighet for at reagere med aske. Det synes at bekrefte formodningen om at der er tale om malm, som enten har passeret ureageret gennem ovnen, eller som blot er blevet ristet.



Figur 25

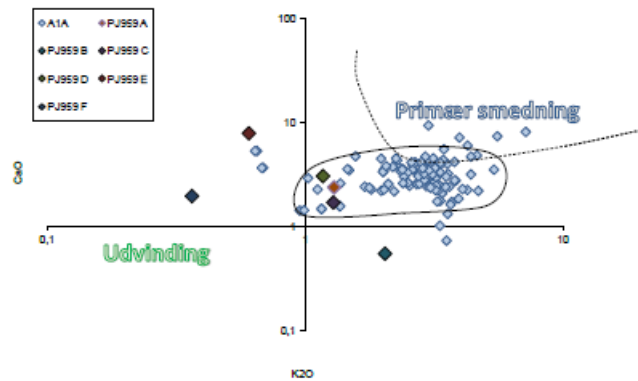
Et højt indhold af manganoxid (MnO) i malmstykkerne, og en relativt stor lighed med analyse af udvindingslaggerne fra A592, viser, at det er sandsynligt, at stykkerne repræsenterer den malm, som blev anvendt ved udvindingen (figur 26).



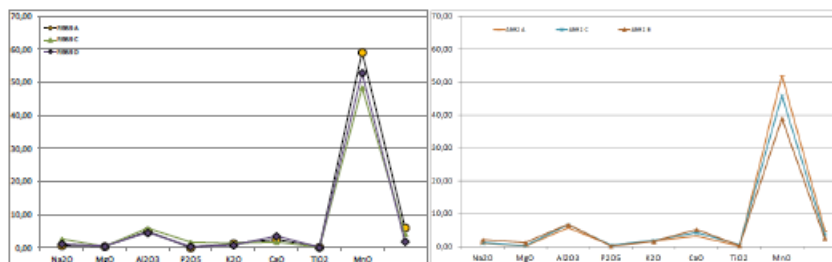
Figur 26: Sammensætningen af malm fra nedgravning A917, jordprøve P1958 (venstre) og fra udvindingsovnen A592 (højre)

PJ959 slagge

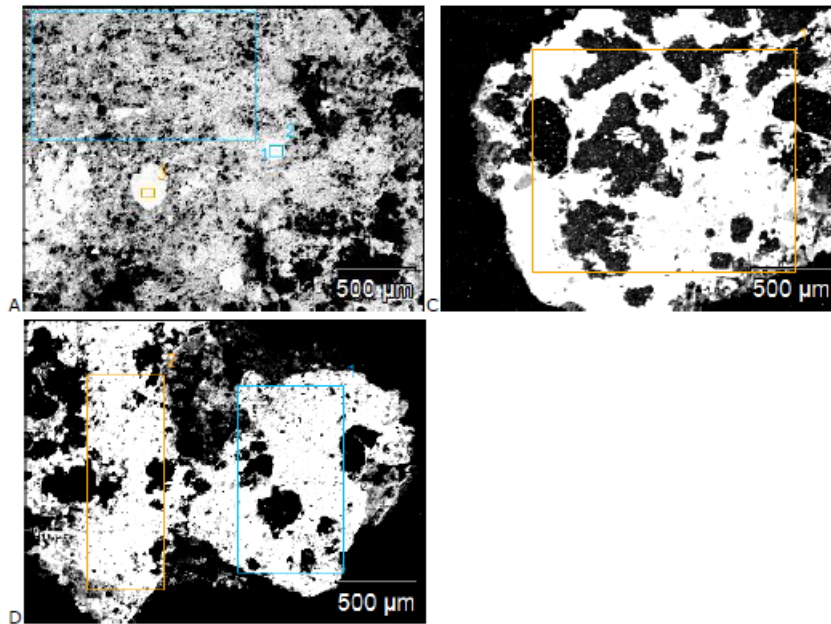
I denne jordprøve fandtes heller ingen tegn på smedning i form af hammerskæl eller slaggekugler. Der fandtes til gengæld en del små slaggefragmenter. Af disse blev 6 prøver analyseret.

**Figur 27**

Med hensyn til indhold af calciumoxid (CaO) og kaliumoxid (K₂O) svarede 3 af prøverne (A, C og D) godt til det som kunne ses i udvindingsslaggerne fra A592 og udvindingsslagger fra Norge i øvrigt (figur 27). Det er derfor sandsynligt, at der også her er tale om fragmenter af udvindingsslagge fra ovnen. Bortset fra lidt højere indhold af manganoxid, er der da også stor lighed mellem de tre prøver og udvindingsslaggerne (figur 28)

**Figur 28: Sammensætningen af slaggerne fra nedgravning A917, jordprøve PJ959 (venstre) og fra udvindingsovn A592 (højre)**

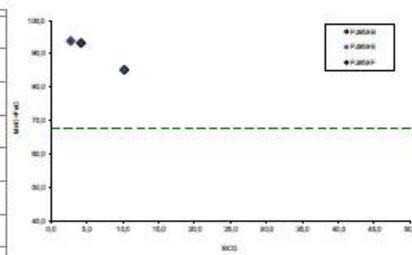
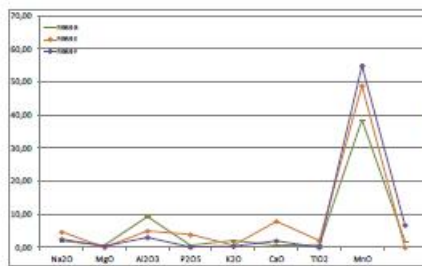
Alle de tre prøver, som tolkes som udvindingslagger har da også strukturer, som viser at de har været helt smeltede (figur 29). I prøve A findes der desuden runde dråber af metallisk jern, som viser at der må være tale om en slagge fra udvindingsovnen.



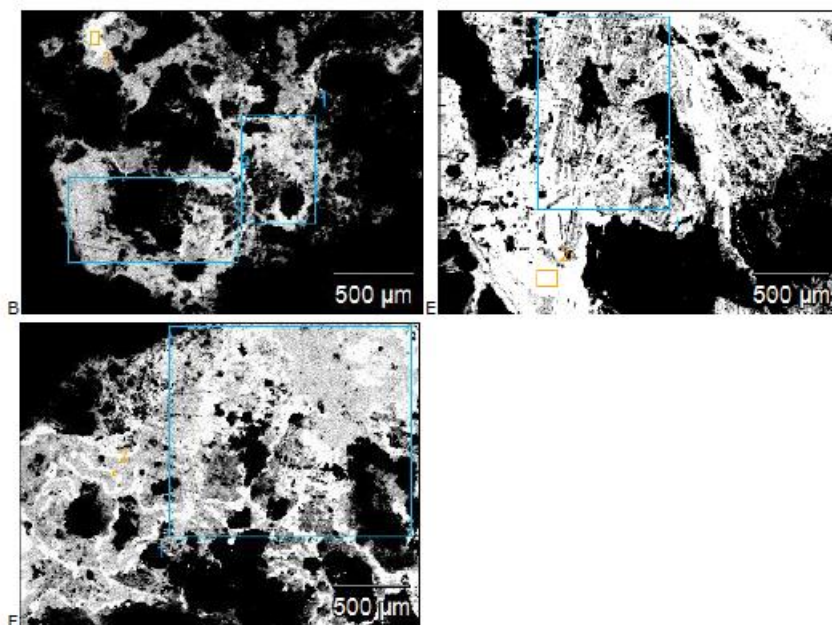
Figur 29

De tre øvrige prøver viser noget mere varierende sammensætning, men fælles for dem er, at de viser et højt indhold af manganoxid, som det også er set i de øvrige analyser af slagge og malm. Samtidig er det samlede indhold af jernoxid og manganoxid meget højt, hvilket tyder på, at der kan være tale om malm og ikke slagge (figur 30).

Strukturerne af de tre prøver (B, E og F) viser da også, at de ikke, eller kun delvist har været smeltet (figur 31). Det passer godt med tolkningen som myremalm.



Figur 30



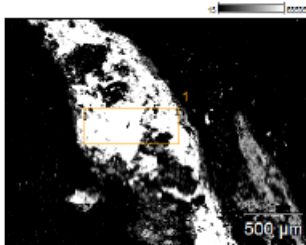
Figur 31

Bilag 1

Analyser

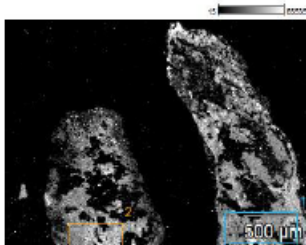
Hammerskæl fra jordprøve PJ966

Børstad PJ9676 sk og ku(4)



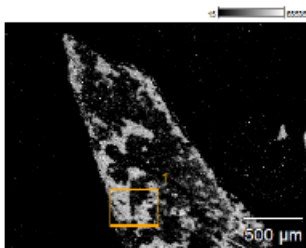
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ966 sk1 pti	0,15	0,36	2,30	20,88	0,00	0,28	0,18	0,28	3,34	0,05	45,44	25,70	1,04

Børstad PJ9676 sk og ku(5)

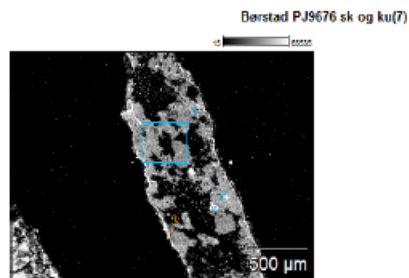


Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ9676 sk 2pti	4,34	0,38	17,07	60,85	0,04	0,00	0,17	4,48	0,71	1,56	0,90	9,50	0,00
PJ9676 sk 3pti	0,91	1,25	12,81	47,63	0,00	0,11	0,15	4,25	0,44	1,23	5,77	25,31	0,14

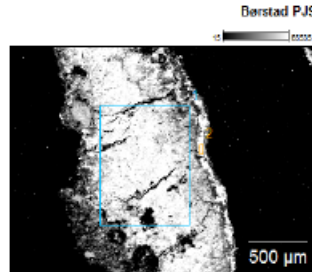
Børstad PJ9676 sk og ku(6)



Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ966 sk4 pti	0,40	1,19	18,47	55,19	0,10	0,12	0,24	7,20	1,56	1,03	1,08	12,90	0,53



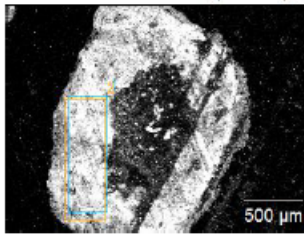
Børstad	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO
PJ966 sk5 pt1	2,02	0,50	13,86	67,97	0,00	0,36	0,26	6,12	0,79	0,35	0,30	7,34	0,14
PJ966 sk6 pt1	0,80	0,14	4,58	9,06	1,03	0,38	0,06	1,18	0,29	0,12	0,20	81,76	0,41
PJ966 sk7 pt1	0,92	1,57	14,19	25,32	0,22	0,76	0,15	3,62	0,49	0,60	1,38	50,49	0,28



Børstad	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO
PJ9676 sk 8 pt1	0,12	0,01	13,63	21,75	1,08	0,56	0,05	0,19	1,28	1,27	7,15	50,93	0,81
PJ9676 sk 9 pt2	0,29	0,14	11,62	3,11	1,34	0,17	0,05	0,18	1,31	0,28	52,95	27,23	1,32

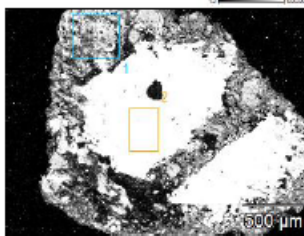
Slaggekugler fra jordprøve PJ966

Børstad PJ9676 sk og ku(1)



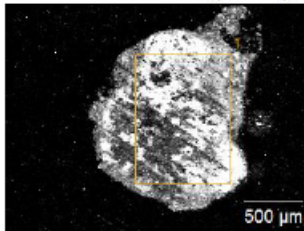
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ9676 ku1_pt1	0,90	0,98	9,94	48,11	0,16	0,00	0,40	3,22	0,43	1,05	2,10	32,70	0,00

Børstad PJ9676 sk og ku(2)



Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ9676 ku2_pt1	3,34	0,61	13,46	59,92	0,00	0,17	0,32	2,54	0,42	0,64	1,40	16,83	0,36
PJ9676 ku2_pt2	0,52	0,09	0,21	0,81	0,46	0,20	0,13	0,11	0,85	0,04	0,57	95,78	0,23

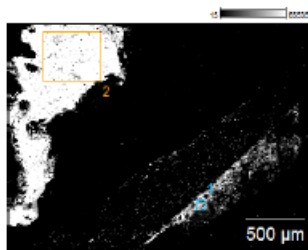
Børstad PJ9676 sk og ku(3)



Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ9676 ku3_pt1	0,81	0,74	11,40	54,10	0,00	0,39	0,51	4,09	1,77	1,06	10,63	14,22	0,27

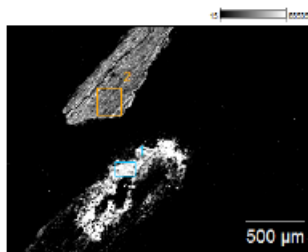
Hammerskæl fra jordprøve PJ967

Børstad PJ967 skæl og kugler(1)



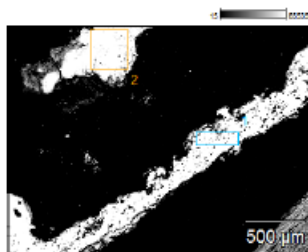
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 Skæl 1pt1	0,34	0,18	4,44	20,87	0,34	0,28	0,00	1,55	1,32	0,15	26,97	43,03	0,53
PJ967 skæl 2pt2	0,75	0,00	4,62	20,66	0,10	0,05	0,09	2,09	1,79	0,49	34,43	31,43	3,50

Børstad PJ967 skæl og kugler(2)



Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 skæl 3 pt1	0,64	0,27	1,50	6,11	0,56	0,00	0,03	0,42	0,58	0,12	2,14	87,62	0,00
PJ967 skæl 4 pt2	1,04	0,66	16,20	39,93	0,00	0,29	0,07	6,33	0,42	0,93	1,52	32,60	0,00

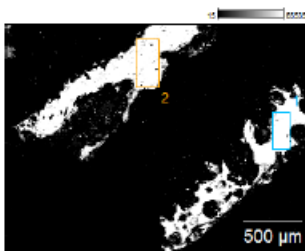
Børstad PJ967 skæl og kugler(3)



Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 skæl 5 pt1	0,26	0,00	0,12	1,24	0,06	0,31	0,02	0,11	0,25	0,00	5,46	92,11	0,06

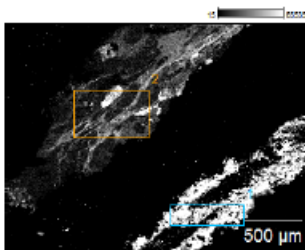
PJ967 skæl 6 pt2	0,62	0,37	2,99	22,07	0,17	0,05	0,05	1,10	3,41	0,40	40,30	26,91	1,56
------------------	------	------	------	-------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	------

Børstad PJ967 skæl og kugler(4)



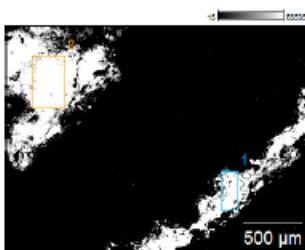
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 skæl 7 pt1	0,49	0,00	2,98	19,21	0,82	0,12	0,04	1,25	3,48	0,32	39,86	29,79	1,65
PJ967 skæl 8 pt2	0,39	0,24	0,92	17,79	0,00	0,07	0,00	0,17	1,55	0,34	32,49	45,34	0,69

Børstad PJ967 skæl og kugler(5)

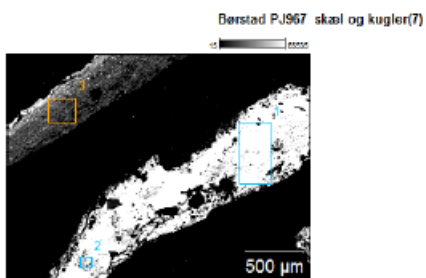


Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 skæl 9 pt1	0,49	0,12	1,14	4,72	0,02	0,45	0,27	0,21	0,99	0,13	9,43	81,57	0,47
PJ967 skæl 10 pt2	4,34	0,42	13,51	52,02	0,16	0,00	0,01	5,76	0,90	0,85	0,77	20,55	0,72

Børstad PJ967 skæl og kugler(6)



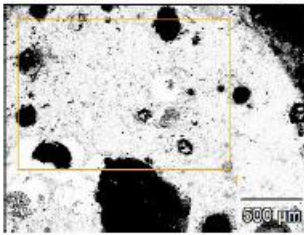
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 skæl 11 pt1	0,60	0,27	2,88	19,17	0,00	0,26	0,06	1,42	1,90	0,29	30,81	41,32	1,01
PJ967 skæl 12 pt2	0,89	0,03	5,77	23,03	0,33	0,58	0,07	1,93	4,66	0,40	41,31	15,65	5,36



Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 skæl 13pt1	0,56	0,09	0,31	1,82	0,00	0,27	0,03	0,08	0,59	0,00	0,70	95,53	0,00
PJ967 skæl 14pt2	1,90	0,32	6,14	27,75	0,00	0,10	0,10	1,97	0,33	0,57	0,55	59,99	0,29
PJ967 skæl 15pt3	0,46	1,45	23,58	45,09	0,00	0,00	0,06	11,55	0,54	3,66	0,29	12,89	0,44

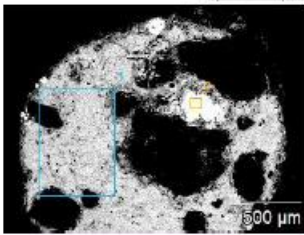
Slaggekugler fra jordprøve PJ967

Børstad PJ967 skål og kugler(8)



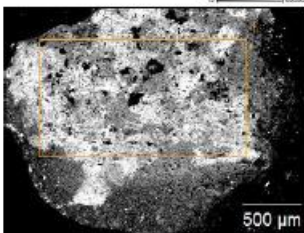
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 kugle 1 pfl	0,26	0,01	1,86	16,84	0,00	0,37	0,15	0,62	1,42	0,28	44,43	31,57	2,19

Børstad PJ967 skål og kugler(9)



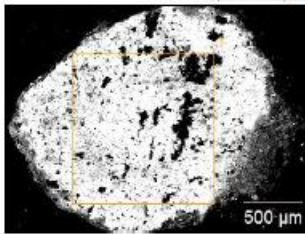
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 kugle 2 pfl	0,57	0,39	3,35	24,60	0,01	0,21	0,07	1,57	6,17	0,23	54,79	5,08	2,96
PJ967 kugle 2 pfl	0,00	0,04	0,17	0,20	0,00	0,00	0,00	0,04	0,12	0,00	0,33	98,69	0,40

Børstad PJ967 skål og kugler(10)



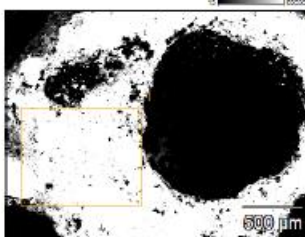
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 kugle 3 pfl	1,18	1,08	12,10	47,09	0,00	0,19	0,05	4,29	1,45	0,81	9,42	21,65	0,69

Børstad PJ967 skæl og kugler(11)



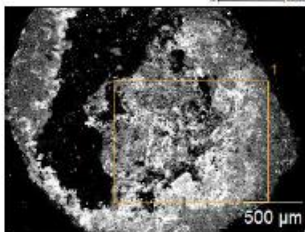
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 kugle 4ptl	0,92	0,64	7,86	27,10	0,00	0,12	0,12	2,84	0,82	0,31	11,10	47,66	0,51

Børstad PJ967 skæl og kugler(12)



Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 kugle 5ptl	0,06	0,31	2,15	1,50	0,23	0,00	0,05	0,07	1,53	0,42	64,55	26,52	2,62

Børstad PJ967 skæl og kugler(13)



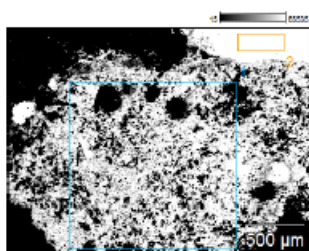
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ967 kugle 5ptl	0,35	0,20	6,27	36,13	0,00	0,55	0,21	4,45	1,31	0,13	2,84	47,36	0,21

Nedgravning A917**Slagger**

Borstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
Slagge A	0,41	0,5	4,11	23	0,30	0,92	0,65	0,21	25,30	47,50	1,45
Slagge B	0,37	0,4	3,40	23,7	0,39	0,74	1,12	0,20	27,00	44,80	1,58
Slagge C	0,41	0,54	4,08	24,6	0,42	0,79	1,51	0,22	27,00	41,40	1,3
Slagge D	1,55	0,25	6,59	66,9	0,19	2,53	0,59	0,15	7,23	15,50	0,45
Slagge E	0,43	0,49	3,64	24,7	0,35	0,82	1,65	0,20	22,40	46,90	1,24
Slagge F	0,40	0,63	4,34	24,4	0,45	0,92	2,28	0,23	28,70	38,10	1,52
Slagge G	0,38	0,42	3,66	25,2	0,46	0,82	1,47	0,21	28,30	39,00	1,81
Slagge H	0,31	0,39	3,14	22,2	0,39	0,65	1,07	0,19	27,00	45,30	1,57
Slagge I	0,60	0,65	4,92	30,9	0,45	0,96	1,39	0,28	23,60	36,70	1,09

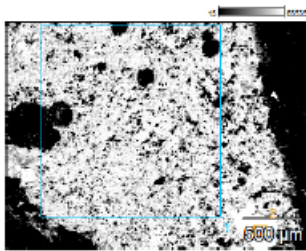
PJ958 Slagge/jern

Borstad PJ957 slagge-jern(1)



Borstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ958 slagge-jern A slagge	0,43	0,33	3,68	22,79	0,00	0,27	0,14	1,25	4,59	0,00	52,97	8,81	4,74
PJ958 slagge-jern A metal	0,18	0,09	0,08	0,05	0,16	0,16	0,00	0,00	0,08	0,00	0,37	98,82	0,00

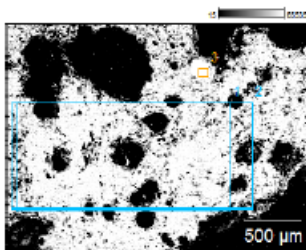
Børstad PJ957 slagge-jern(2)



Børstad	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO
PJ958 slagge-jern B slagge	0,87	0,11	6,17	23,60	0,00	0,46	0,01	2,31	5,89	0,43	49,04	4,12	6,97

Børstad	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Ba
PJ958 slagge-jern B metal	1,40	0,01	0,00	0,09	0,16	0,23	0,00	0,00	0,02	0,05	0,03	1,10	96,67	0,25

Børstad PJ957 slagge-jern(3)

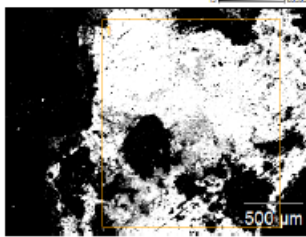


Børstad	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO
PJ958 slagge-jern C slagge	0,85	0,12	3,80	22,28	0,19	0,33	0,15	1,21	2,56	0,32	49,91	14,43	3,85

Børstad	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Ba
PJ958 slagge-jern C metal	4,23	0,38	0,00	0,23	0,43	0,00	0,05	0,12	0,00	0,07	0,06	1,77	92,47	0,17

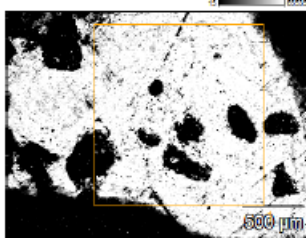
PJ958 malm

Børstad PJ958 slagge-malm(2)



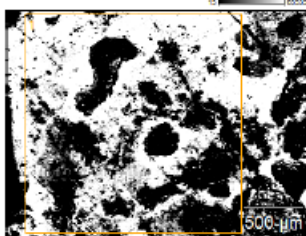
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ958 slagge-malm(2)_ptl	0,30	0,04	2,95	14,44	0,05	0,55	0,20	0,50	0,46	0,49	49,88	27,45	2,66

Børstad PJ958 slagge-malm(3)

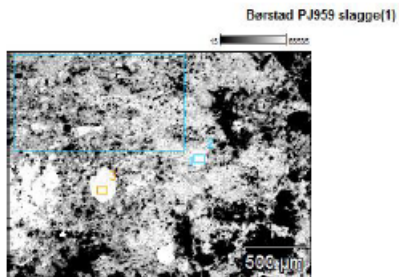


Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ958 slagge-malm(3)_ptl	0,35	0,37	4,18	16,87	0,25	0,19	0,14	0,49	6,24	0,48	30,28	39,22	0,95

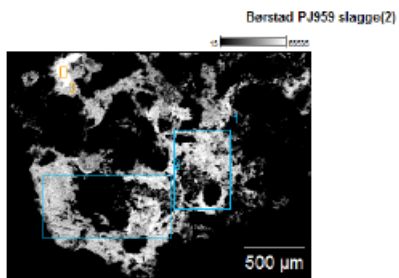
Børstad PJ958 slagge-malm(4)



Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ958 slagge-malm(4)_ptl	0,36	0,17	1,81	10,51	0,39	0,32	0,33	0,23	0,68	0,12	24,95	58,96	1,16

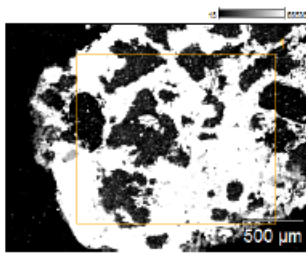
PJ959 Slagger/malm

Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ959 slagge A_pt1	0,59	0,34	4,41	22,41	0,00	0,53	0,08	1,16	2,14	0,16	52,96	9,82	5,42
PJ959 slagge A_pt2	0,07	0,07	0,13	0,15	2,81	0,00	0,00	0,06	0,11	0,00	2,85	93,76	0,00
PJ959 slagge(1)_pt3	0,24	0,06	0,19	0,39	0,80	0,60	0,00	0,01	0,03	0,12	2,07	95,38	0,11



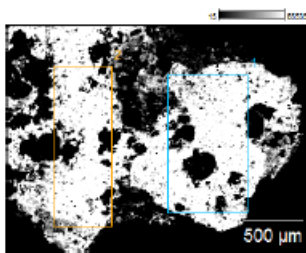
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ959 slagge B_pt1	0,45	0,13	2,17	10,37	0,13	0,24	0,12	0,48	0,13	0,17	9,06	76,12	0,42
PJ959 slagge B_pt2	0,80	0,20	1,68	9,97	0,03	0,45	0,29	0,44	0,43	0,27	10,53	74,72	0,18
PJ959 slagge B_pt3	0,64	0,00	0,23	2,67	0,00	0,06	0,02	0,25	0,03	0,08	4,87	91,07	0,07

Børstad PJ959 slagge(3)



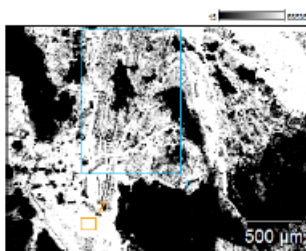
Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ959 slagge C_pt1	0,85	0,12	1,95	11,36	0,54	0,37	0,21	0,43	0,57	0,03	16,16	66,04	1,36

Børstad PJ959 slagge(4)

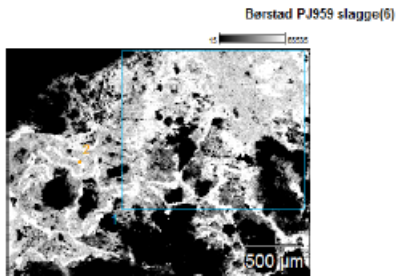


Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ959 slagge D_pt1	0,44	0,16	1,75	13,45	0,13	0,24	0,10	0,30	1,36	0,01	20,58	60,76	0,72
PJ959 slagge D_pt2	0,46	0,05	2,08	13,79	0,06	0,16	0,11	0,46	1,20	0,22	19,90	60,55	0,95

Børstad PJ959 slagge(5)



Børstad	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	Cl	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	BaO
PJ959 slagge E_pt1	0,46	0,00	0,49	2,69	0,38	0,96	0,12	0,06	0,78	0,20	4,85	89,02	0,00
PJ959 slagge E_pt2	0,53	0,02	0,03	2,25	0,00	0,52	0,00	0,06	0,00	0,00	4,03	92,58	0,00



Borstad	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	BaO
PJ959 slagge F pt1	0,33	0,05	0,41	4,14	0,01	0,42	0,13	0,05	0,27	0,00	7,55	85,72	0,92

Sporelementer i slagge

SAMPLE	Ag	As	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	Ge	Hf	In
DESCRIPTION	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Borstad A592A	0,03	0,20	0,62	<0,01	0,05	36,80	11,40	<1	0,73	2,90	7,82	0,20	2,60	0,01
Borstad A592B	0,02	4,80	0,45	0,01	<0,02	28,30	39,50	3,00	0,59	6,70	6,91	0,31	2,00	0,01
Borstad A592C	0,17	<0,2	0,62	0,01	0,20	37,30	6,90	<1	0,60	<0,2	8,26	0,12	2,40	<0,005

SAMPLE	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Re	Sb	Sc	Se	Sn
DESCRIPTION	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Borstad A592A	14,10	7,20	>100000	3,86	4,80	1,10	8,90	29,10	0,00	0,08	2,90	1,00	<0,2
Borstad A592B	10,90	5,90	>100000	8,89	3,70	2,10	2,10	24,00	0,00	<0,05	2,60	<1	<0,2
Borstad A592C	13,00	6,60	>100000	2,19	4,50	2,00	3,70	24,10	0,00	<0,05	2,90	1,00	<0,2

SAMPLE	Sr	Ta	Te	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr
DESCRIPTION	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Borstad A592A	104,50	0,33	<0,05	3,80	0,04	1,30	22,00	0,30	9,10	20,00	90,20
Borstad A592B	62,30	0,26	<0,05	2,90	0,05	1,10	20,00	0,30	6,70	12,00	67,00
Borstad A592C	104,00	0,30	<0,05	3,40	0,05	1,20	24,00	0,20	8,70	26,00	85,20

10.7 ARKIVERT ORIGINALDOKUMENTASJON

1. Strukturskjema
2. Rentegninger
3. Feltdagbok